

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

Análisis estructural sismo-resistente de la edificación existente del GAD Provincial de El Oro y planteamiento de alternativas viables para una ampliación.

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero Civil

Presentado por:

Mario Edmundo Bonifaz Bueno

Jose Andres Solano Ricardo

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2021

DEDICATORIA

El esfuerzo materializado en el presente trabajo de investigación se lo dedico a mis padres, quienes con mucho esfuerzo y sacrificio me han apoyado en todo momento haciendo posible que logre culminar mi carrera universitaria; a mis hermanos, que siempre me han motivado para cumplir con mis metas y me han apoyado en los momentos más difíciles.

Mario Edmundo Bonifaz Bueno

DEDICATORIA

Le dedico mi esfuerzo de 5 años, plasmado en la presente tesis, a mis padres quienes me formaron con los mejores valores e ideales, a mis hermanos que son unos de los motivos para no rendirme, mis tíos quienes se aseguraron de que tenga todo lo necesario para afrontar este reto académico y a mi papá Reinaldo quien fue mi inspiración para seguir esta carrera y me motivaba a mejorar cada día.

Jose Andres Solano Ricardo

AGRADECIMIENTOS

A mi padre celestial por permitirme culminar una etapa más de mi vida en compañía de mis seres queridos.

A mis padres, que con su apoyo incondicional me han motivado a seguir adelante a pesar de las adversidades.

A mis hermanos, que siempre han creído en mi y me han apoyado en todo momento.

A mis profesores, que me han inculcado los conocimientos y principios necesarios para llegar a ser un buen profesional.

Mario Edmundo Bonifaz Bueno

AGRADECIMIENTOS

A Dios por protegerme de los peligros de una nueva ciudad.

A mis padres que me han formado como un hombre de bien, a través de la disciplina y el buen ejemplo.

A mis hermanos por cuidar a mis padres en mi ausencia.

A mis tíos por brindarme su apoyo incondicional en esta aventura.

A todos mis amigos y buenos compañeros con los que fortalecía mis conocimientos y disfrutaba su compañía.

Jose Andres Solano Ricardo

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Mario Bonifaz Bueno* y *Jose Solano Ricardo* damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”

Mario Bonifaz Bueno

Jose Solano Ricardo

EVALUADORES

.....
M.Sc. Samantha Hidalgo

PROFESOR DE LA MATERIA



.....
M.Sc. David Valverde

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

El presente trabajo tiene como finalidad realizar la evaluación estructural del antiguo edificio de la Prefectura de El Oro y proponer una alternativa viable para llevar a cabo una rehabilitación, verificando que la estructura cumpla con los requisitos mínimos de un diseño sismo-resistente.

Se hizo uso de software de análisis estructural para determinar la utilidad del edificio con respecto a los parámetros de diseño sismo-resistente dispuesto por la NEC 2015, en donde se tomó en cuenta el chequeo de derivas admisibles, deformación por carga de servicio, nivel de desempeño sísmico y el criterio columna fuerte-viga débil.

El análisis del edificio antiguo dio como resultado varias inconsistencias con respecto a la normativa en la que se basó el diseño sismo-resistente, razones por las cuales se plantearon alternativas para reforzar la estructura existente y se analizó la posibilidad de demolición para posteriormente construir una estructura nueva que cumpla con todos requerimientos para garantizar la seguridad de los ocupantes, por lo cual se evaluó en base a varios criterios comunes presentes en proyectos constructivos predominando la opinión del cliente y el impacto ambiental que generaba cada opción.

Al analizar todas las alternativas propuestas, se selecciona la opción de demolición y construcción de una nueva edificación que cumpla con los criterios sismo-resistentes. Esto se debe verificar mediante otro análisis estructural hecho por software y se procede al diseño estructural que se debe usar en la obra, los respectivos planos estructurales, presupuesto y cronograma de trabajo

Palabras clave: evaluación, software, sismo-resistente, alternativas, construcción

ABSTRACT

The purpose of this work is to carry out a structural evaluation of the old building of the Prefecture of El Oro and to propose a viable alternative to carry out a rehabilitation, verifying that the structure complies with the minimum requirements of a seismic-resistant design.

Structural analysis software was used to determine the usefulness of the building with respect to the seismic-resistant design parameters established by the NEC 2015, where the check of allowable drifts, service load deformation, seismic performance level and the strong column-weak beam criterion were considered.

The analysis of the old building resulted in several inconsistencies with respect to the regulations on which the seismic-resistant design was based, which is why alternatives were proposed to reinforce the existing structure and the possibility of demolition was analyzed in order to subsequently build a new structure that meets all the requirements to ensure the safety of the occupants, which was evaluated based on several common criteria present in construction projects, with the client's opinion and the environmental impact generated by each option predominating.

After analyzing all the proposed alternatives, the option of demolition and construction of a new building that meets the seismic-resistant criteria is selected. This must be verified by another structural analysis done by software and the structural design to be used in the work, the respective structural plans, budget, and work schedule.

Keywords: *evaluation, software, seismic-resistant, alternatives, construction.*

ÍNDICE GENERAL

Contenido	
EVALUADORES.....	7
RESUMEN.....	I
<i>ABSTRACT</i>	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS	VII
SIMBOLOGÍA	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
ÍNDICE DE TABLAS	XIII
ÍNDICE DE PLANOS	XVI
CAPÍTULO 1.....	19
1. Introducción	19
1.1 Antecedentes.....	19
1.2 Descripción del problema	20
1.3 Alcance	21
1.4 Localización	21
1.5 Información básica.....	22
1.6 Objetivos.....	22
1.6.1 Objetivo General	22
1.6.2 Objetivos Específicos	22
1.7 Justificación	23
1.8 Marco teórico	23
CAPÍTULO 2.....	31

2.	DESARROLLO DEL PROYECTO.....	31
2.1	Metodología para el diseño sismo-resistente.....	31
2.2	Estudios preliminares.....	32
2.3	Análisis de alternativas	32
2.3.1	Planteamiento de alternativas	32
2.3.2	Selección de alternativas	34
2.4	Normativa usada.....	37
2.5	Plan de trabajo.....	37
CAPÍTULO 3.....		40
3.	DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES.....	40
3.1	Evaluación estructural de la edificación existente.....	40
3.1.1	Modelo estructural.....	40
3.1.2	Construcción del espectro de diseño elástico	40
3.1.3	Construcción del espectro de diseño inelástico	46
3.1.4	Periodo de vibración de la edificación	47
3.1.5	Irregularidades en planta y elevación.....	48
3.1.6	Cargas.....	50
3.1.7	Cortante basal sísmico.....	51
3.1.8	Ingreso de propiedades de la edificación en software de análisis estructural.....	55
3.1.9	Análisis estructural	59
3.2	Diseño estructural de la nueva edificación.....	65
3.2.1	Predimensionamiento.....	65
3.2.2	Diseño de vigas.....	70
3.2.3	Diseño de columnas.....	81
3.2.4	Diseño de losa	94

3.2.5	Diseño de zapatas aisladas	105
3.2.6	Diseño de escaleras.....	119
3.2.7	Diseño de cubierta metálica	126
3.2.8	Revisión de desplazamientos.....	129
CAPÍTULO 4.....		133
4.	ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL.....	133
4.1	Objetivos.....	133
4.1.1	Objetivo general	133
4.1.2	Objetivos específicos	133
4.2	Descripción del proyecto.....	133
4.3	Línea base ambiental.....	134
4.4	Actividades del proyecto	137
4.5	Identificación de impactos ambientales	147
4.6	Valoración de impactos ambientales	168
4.7	Medidas de prevención/mitigación.....	172
4.8	Conclusiones	187
CAPÍTULO 5.....		189
5.	PRESUPUESTO.....	189
5.1	Descripción de rubros.....	189
5.2	Análisis de costos unitarios.....	193
5.3	Descripción de cantidades de obra.....	195
5.4	Valoración integral del costo del proyecto incluyendo las medidas de prevención y mitigación del impacto ambiental.....	197
5.5	Cronograma valorado	198
CAPÍTULO 6.....		202
6.	Conclusiones Y Recomendaciones.....	202

Conclusiones	202
Recomendaciones	203
BIBLIOGRAFÍA	204
PLANOS Y ANEXOS	207

ABREVIATURAS

<i>ESPOL</i>	Escuela Superior Politécnica del Litoral
<i>NEC</i>	Normativa Ecuatoriana de la Construcción
<i>GAD</i>	Gobierno Autónomo Descentralizado
<i>PCRM</i>	Pórtico de Concreto Resistente a Momento
<i>DBF</i>	Diseño Basado en Fuerzas
<i>DBD</i>	Diseño Basado en Desplazamientos

SIMBOLOGÍA

\emptyset_P	Coeficiente de irregularidad en planta
\emptyset_E	Coeficiente de irregularidad en elevación
T/m ²	Tonelada sobre metro cuadrado
R	Factor de reducción de respuesta sísmica
\emptyset	Diámetro de la varilla usada
ρ	Cuantía del elemento estructural
η	Razón entre aceleración espectral S_a y el PGA
α	Inpedencia del semi espacio
\emptyset	Diámetro de la varilla usada
\emptyset_P	Coeficiente de irregularidad en planta
\emptyset_{est}	Diámetro de varilla de estribo
ΔM	Derivas de entrepiso inelásticas máximas
A_c	Área de la sección transversal del concreto
A_g	Área gruesa
A_s	Área de la sección transversal del acero
b_w	Ancho del elemento estructural
C_s	Coeficiente sísmico
C_t	Coeficiente que depende del tipo de edificio
D	Carga permanente
DMF	Diagrama de momento flector
e	Excentricidad
E	Carga de sismo
E_c	Módulo de elasticidad del concreto
E_s	Módulo de elasticidad del acero, $E = 200000$ MPa
F_a	Coeficiente de amplificación de suelo en zona de periodo corto
f'_c	Resistencia a compresión del concreto
F_d	Coeficiente de amplificación de desplazamientos para diseño en roca
F_s	Coeficiente del comportamiento no lineal en suelos

f_y	Esfuerzo de fluencia especificado para el tipo de acero usado
H	Peralte del elemento estructural
I	Coefficiente de importancia de la estructura
I_x	Momento de inercia alrededor del eje X
I_y	Momento de inercia alrededor del eje Y
kg/cm^2	Kilogramo sobre centímetro cuadrado
k	Coefficiente relacionado con el periodo de vibración de la estructura T
L	Sobrecarga (carga viva)
L_{dh}	Longitud de desarrollo de anclaje de varillas longitudinales en vigas
L_r	Sobrecarga cubierta (carga viva)
M_n	Momento nominal
M_{nb}	Momento nominal en vigas
M_{nc}	Momento nominal en columnas
M_{pr}	Momento plástico probable
M_u	Momento último
PGA	Valor de la aceleración sísmica esperada en roca
P_n	Carga nominal
P_u	Carga última
r	Factor usado en el diseño elástico
R	Factor de reducción de respuesta sísmica
S	Separación de estribos
S_a	Espectro de respuesta elástico de aceleraciones
T	Periodo fundamental de vibración de la estructura
T/m^2	Tonelada sobre metro cuadrado
T_a	Periodo fundamental de vibración aproximado en el espectro sísmico elástico de aceleraciones
T_c	Periodo límite de vibración en el espectro sísmico elástico de ` aceleraciones
T_o	Periodo límite de vibración en el espectro sísmico elástico de ` aceleraciones
V	Cortante total en la base de la estructura para el DBF
V_u	Cortante último

W Carga sísmica reactiva

Z Factor de zona

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Ubicación del antiguo edificio	22
Figura 1.2 Intensidad del sismo de Pedernales en las diferentes provincias.....	24
Figura 1.3. Elementos estructurales de una edificación.....	25
Figura 1.4 Propagación de ondas sísmicas a la superficie	27
Figura 1.5 Espectro de respuesta elástico e inelástico	28
Figura 1.6 Niveles de desempeño sísmico	30
Figura 2.1 Diagrama de Gantt de las actividades expuestas en el plan de trabajo.	39
Figura 3.1 Gráfica de espectro de diseño según la Normativa Ecuatoriana.	44
Figura 3.2 Espectro de respuesta elástico de la zona	46
Figura 3.3 Espectro de respuesta inelástico de la zona.....	47
Figura 3.4 Ingreso de coeficientes C y K en el programa de análisis estructural.....	54
Figura 3.5 Cortante basal de la edificación en ambas direcciones	54
Figura 3.6 Modificación de inercia en columnas	55
Figura 3.7 Modificación de inercia en vigas	56
Figura 3.8 Ingreso combinación de carga 1.4 D	57
Figura 3.9 Asignación de diafragma rígido	58
Figura 3.10 Asignación de nodo rígido en la unión viga – columna.....	58
Figura 3.11 Asignación de empotramientos en la base de la edificación.....	59
Figura 3.12 Derivas debido a la fuerza sísmica en el eje y	60
Figura 3.13 Derivas debido a la fuerza sísmica en el eje x.....	61
Figura 3.14 Desplazamiento por cargas de servicio	63
Figura 3.15 Primer modo de vibración de la estructura	63
Figura 3.16 Segundo modo de vibración de la estructura.....	64
Figura 3.17 DMF combinado sismo de izquierda a derecha.....	75
Figura 3.18 DMF combinado sismo de derecha a izquierda.....	77
Figura 3.19 Momentos nominales unión viga-columna E-O	84
Figura 3.20 Momentos nominales unión viga-columna N-S.....	85
Figura 3.21 Momentos en la unión viga columna dirección E-O.....	88
Figura 3.22 Momentos en la unión viga columna dirección N-S	89

Figura 3.23 Coeficientes α_f en un paño de losa.....	94
Figura 3.24 Vista transversal del paño de losa con corte en α_f1	95
Figura 3.25 Vista transversal del paño de losa con corte en α_f3	96
Figura 3.26 Vista en planta de los paños de losa del primer piso	99
Figura 3.27 Representación gráfica de los momentos obtenidos	101
Figura 3.28 Representación gráfica de los momentos obtenidos	102
Figura 3.29 Franja central y franja de columna en paños de losa (sentido Y)	104
Figura 3.30 Combinación de esfuerzos axial y flexión en el plinto - sentido X.....	106
Figura 3.31 Combinación de esfuerzos axial y flexión en el plinto - sentido Y.....	107
Figura 3.32 Ilustración del esfuerzo a considerar para el corte unidireccional en el plinto	109
Figura 3.33 Ilustración del área de influencia del cortante bidireccional	111
Figura 3.34 Ilustración del esfuerzo a considerar para el diseño a flexión del plinto	115
Figura 3.35 Asentamiento de plintos.....	118
Figura 3.36 Vista frontal del primer tramo de la escalera del primer piso	120
Figura 3.37 Idealización de la escalera como una viga apoyada.....	122
Figura 3.38 Derivas en sentido x de la nueva edificación	129
Figura 3.39 Derivas en sentido y de la nueva edificación	130
Figura 3.40 Primer modo de vibración de la nueva estructura.....	130
Figura 3.41 Segundo modo de vibración de la nueva estructura	131
Figura 3.42 Deformaciones por carga de servicio para la nueva edificación	131
Figura 4.1 Ejemplo de diagrama de redes para la construcción de un embalse.....	148
Figura 4.2 Índice de impacto ambiental en el ciclo de vida de cada alternativa.....	172
Figura 5.1 EDT del proyecto	191
Figura 5.6 Cronograma valorado y ruta crítica del proyecto	200

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Escala de Likert - encamisado de acero	34
Tabla 2.2 Escala de Likert - Refuerzo de sección transversal	35
Tabla 2.3 Escala de Likert - Refuerzo con fibra de carbono	35
Tabla 2.4 Escala de Likert – Demolición.....	36
Tabla 2.5 Resumen general de las calificaciones obtenidas en las alternativas propuestas.....	36
Tabla 2.6 Cronograma de trabajo	38
Tabla 3.1 Factor de zona (Z) para la ciudad de Machala.....	41
Tabla 3.2 Descripción de los tipos de perfil	42
Tabla 3.3 Factor de sitio Fa para perfil de suelo tipo D.....	42
Tabla 3.4 Factor de sitio Fd para perfil de suelo tipo D.....	43
Tabla 3.5 Factor de sitio Fs para perfil de suelo tipo D.....	43
Tabla 3.6 Período y aceleración espectral correspondientes a la zona de estudio	45
Tabla 3.7 Coeficiente de R para sistemas estructurales dúctiles.....	46
Tabla 3.8 Coeficientes Ct y α para la estructura analizada.....	47
Tabla 3.9 Factores de penalización para irregularidades en planta de una edificación	49
Tabla 3.10 Factores de penalización para irregularidades en elevación de una edificación.....	50
Tabla 3.11 Cargas de entrepiso correspondientes a la estructura.....	51
Tabla 3.12 Cargas de cubierta correspondientes a la estructura.....	51
Tabla 3.13 Tipo de uso, destino e importancia de la estructura.....	52
Tabla 3.14 Determinación de coeficiente K	53
Tabla 3.15 Valores admisibles de derivas	60
Tabla 3.16 Derivas de la estructura en ambas direcciones	61
Tabla 3.17 Deflexión máxima admisible	62
Tabla 3.18 Criterio columna fuerte - viga débil correspondiente a la edificación	65
Tabla 3.19 Espesores mínimos de losas en 2 direcciones	69

Tabla 3.20 Dimensiones de los elementos estructurales empleados	70
Tabla 3.21 Acero dispuesto para viga 30x35	75
Tabla 3.22 Detalle de armado de vigas para cada planta	81
Tabla 3.23 Detalle de armado de columnas en cada planta	93
Tabla 3.24 Espesor mínimo de una losa de acuerdo a cm	94
Tabla 3.25 Momentos positivos y negativos para los paños de la primera fila	100
Tabla 3.26 Momentos positivos y negativos para los paños de la primera columna	102
Tabla 3.27 Acero colocado en los paños de losa	104
Tabla 3.28 Cargas de diseño para plintos	105
Tabla 3.29 Combinaciones de servicio y de diseño para plintos	105
Tabla 3.30 Esfuerzos debido a las cargas de servicio	108
Tabla 3.31 Esfuerzos a utilizar para el corte unidireccional en plintos	110
Tabla 3.32 Verificación del cortante unidireccional para cada combinación de carga	111
Tabla 3.33 Verificación del cortante bidireccional en el plinto	113
Tabla 3.34 Detalle de armado de zapatas aisladas	118
Tabla 3.35 Detalle de armado en escaleras	125
Tabla 4.1 Descripción de actividades a realizar – demolición	137
Tabla 4.2 Descripción de actividades a realizar - encamisado de acero	141
Tabla 4.3 Descripción de actividades - refuerzo de sección	143
Tabla 4.4 Descripción de actividades - refuerzo con fibra de carbono	145
Tabla 4.5 Impactos ambientales – demolición	149
Tabla 4.6 Impactos ambientales - Encamisado de acero	157
Tabla 4.7 Impactos ambientales - Refuerzo de sección	161
Tabla 4.8 Impactos ambientales - Refuerzo con fibra de carbono	165
Tabla 4.9 Escala de valoración para impactos ambientales	169
Tabla 4.10 Valoración de impacto ambiental en cada etapa para las distintas alternativas	171
Tabla 4.11 Medidas de mitigación para la alternativa seleccionada	175
Tabla 5.1 Rubros del proyecto	192
Tabla 5.2 Análisis de precios unitarios de cada rubro	194
Tabla 5.3 Cantidades necesarias por cada rubro	195

Tabla 5.4 Presupuesto referencial del proyecto.....	197
Tabla 5.5 Tiempo estimado para la entrega de cada rubro	199
Tabla 5.6 Cronograma valorado de la obra	200

ÍNDICE DE PLANOS

- PLANO 1 Detalle del armado de vigas
- PLANO 2 Detalle del armado de columnas
- PLANO 3 Detalle del armado de losas
- PLANO 4 Detalle del armado de cimentaciones
- PLANO 5 Detalle del armado de escaleras y cubierta metálica

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

El Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de El Oro tiene varias edificaciones han sido utilizadas para la planificación del desarrollo provincial, las actividades administrativas y la comunicación institucional.

La Prefectura de El Oro busca readecuar su antiguo edificio de tres plantas – localizado en el cantón Machala, en la calle Ayacucho, entre Pasaje y Sucre– para satisfacer la demanda creciente de servicios que la ciudadanía requiere. Adicional a este proyecto, la Prefectura de El Oro ha iniciado la construcción de un edificio adyacente a la antigua edificación. La finalidad de esta remodelación y ampliación consiste en dotar a la institución de nuevas áreas de oficinas administrativas, un auditorio y una sala de conferencias, entre otras infraestructuras.

El presente proyecto desarrolla una evaluación estructural de las condiciones actuales que presenta el antiguo edificio, así como un estudio de la nueva estructura. Ambos estudios se han elaborado bajo los parámetros de la Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC 2015). Asimismo, este proyecto presenta los planos de la readecuación y ampliación y un presupuesto referencial del costo de estas obras.

1.1 Antecedentes

Actualmente, los eventos sísmicos siguen representando un alto riesgo para las edificaciones, ya que estas no cumplen con los parámetros necesarios de una estructura sismorresistente. Esto puede ocasionar, dependiendo de la intensidad del evento sísmico, desde pequeños daños estructurales hasta el colapso total de la estructura (Paez, Zabala, & Y, 2016). Esta precaria situación ha obligado al Ecuador y a la mayoría de naciones latinoamericanas a incluir en sus normativas los criterios necesarios para un diseño sismo-resistente en todas sus estructuras, que salvaguarden la vida de sus ciudadanos.

En la última década, nuestro país ha sido azotado por un sin número de movimientos sísmicos; sin embargo, el ocurrido en abril de 2016 (Instituto Geofísico, 2016) en el cantón Pedernales provincia de Manabí fue el más devastador y dejó en evidencia varios errores que se cometen al diseñar el

sistema estructural de una edificación. Por este motivo, la normativa actual es mucho más exigente en cuanto a los cálculos para obtener el diseño de un edificio, enfatizando en aspectos como ductilidad de la edificación y derivas de entrepiso, entre otros.

Considerando las consecuencias que trae consigo un mal diseño estructural, el GAD Provincial de El Oro se ha visto en la necesidad de realizar una evaluación estructural al antiguo edificio donde se encontraba operando hasta el 2012. La razón de ello es que se desea usar el sistema estructural actual para construir una nueva edificación donde operará la sede de la institución, además se requiere hacer una ampliación en el terreno adyacente a la estructura; no obstante, dado que la estructura ha cumplido su tiempo de vida útil, se realizará un análisis estructural previo y si esta llegase a presentar inconsistencias o representa un alto riesgo para sus ocupantes durante un sismo, se considerará la idea de demolerla.

Varias edificaciones en Manabí tuvieron que ser demolidas una vez demostrado mediante un análisis estructural que representaban un alto riesgo para la ciudadanía tras el sismo suscitado en abril. Además, en casos donde la edificación tenía más de 40 años se consideró necesario demolerla, aunque el estudio demuestre que aún se puede reforzar. (El Diario ec, 2019)

1.2 Descripción del problema

El GAD Provincial de El Oro ha evaluado la posibilidad de hacer uso de las antiguas instalaciones de esta entidad, que dejó de ser operativa en 2012, y se han estudiado distintos proyectos como lo fue la intención de construir un Comisariato Productivo lo cual no se llevó a cabo. (Galarza, 2019)

Debido a la necesidad que tiene la Prefectura de El Oro de poseer salones multifuncionales amplios para realizar eventos y que puedan ser usados para el desarrollo de la comunidad del cantón Machala. Actualmente las concentraciones se llevan a cabo en los auditorios que se encuentran en el actual edificio del GAD Provincial –ubicado en el centro del cantón Machala

entre la calle Junin y la avenida 25 de Julio– y que cuentan con reducida capacidad.

1.3 Alcance

Este trabajo considera el análisis estructural de la antigua edificación para determinar la operabilidad de la estructura luego de una remodelación, así como su comportamiento y una nueva estructura que fue construida como parte de un proyecto de ampliación planificada previamente por la institución. Se contempla la elaboración de un nuevo diseño estructural para la antigua estructura basada en los criterios de sismo resistencia especificadas en la NEC 2015.

Asimismo, se realiza el presupuesto con su respectivo análisis de precios unitarios y el plan de impacto ambiental de la construcción de una nueva estructura que reemplace a la ya existente.

Para el desenvolvimiento de este trabajo se colocaron en práctica los conocimientos de: diseño sismo resistente, análisis estructural, diseño de hormigón armado, también se aplicó el uso de programas computacionales de diseño y análisis de estructuras y de dibujo para la elaboración de planos. El presente trabajo está elaborado para que estudiantes, profesores y personas en general que estén interesados en los diseños estructurales, puedan comprender de manera eficaz el proceso realizado.

El GAD Provincial de El Oro puso a disposición planos estructurales de la antigua edificación y de la nueva en construcción, para que se realice el respectivo análisis para la viabilidad del proyecto, seleccionando la alternativa más efectiva de las propuestas.

1.4 Localización

El edificio se encuentra ubicado en la ciudad de Machala, Provincia de El Oro en la Calle Ayacucho, entre Pasaje y Sucre. Geográficamente se encuentra localizado en las coordenadas 3° 15' 22.45" S - 79° 57' 34.10" O. El área que ocupa el edificio existente es de 754 m² y el área destinada a la ampliación es 134 m².



Figura 1.1 Ubicación del antiguo edificio

Fuente: (Google Maps)

1.5 Información básica

Para la elaboración del presente proyecto, el GAD Provincial de El Oro proporcionó planos y estudios previos del terreno donde se construirá la edificación. Entre los archivos enviados se pueden mencionar:

- Planos arquitectónicos del edificio antiguo y de la ampliación
- Tipo de suelo de la zona
- Planos estructurales del edificio antiguo
- Planos estructurales del nuevo edificio

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo General

Realizar la evaluación estructural del antiguo edificio del GAD Provincial de El Oro mediante el uso de un software de análisis estructural a fin de establecer una propuesta viable para llevar a cabo una ampliación.

1.6.2 Objetivos Específicos

1. Analizar el desempeño de los elementos estructurales de la edificación durante un movimiento sísmico mediante la simulación en un software de análisis estructural.

2. Proponer un diseño que cumpla con los requisitos mínimos de la NEC 2015 para un diseño sismo-resistente, garantizando así la seguridad de sus ocupantes.
3. Realizar un estudio de impacto de ambiental, presupuesto referencial y planos estructurales de la alternativa propuesta

1.7 Justificación

El GAD Provincial de El Oro contará con una ampliación donde se llevarán a cabo eventos por parte del organismo. La edificación se realizará en la zona donde se encuentra ubicado el antiguo edificio de la institución, este contará con salas de oficina, sala de conferencias y auditorio. Dado que es un edificio público cuyos ocupantes se encontrarán operando continuamente, es necesario evaluar el diseño estructural de la edificación.

1.8 Marco teórico

Un sismo puede definirse como el movimiento imprevisto y brusco de la Tierra producto de la liberación de energía acumulada por el movimiento relativo de las placas tectónicas, que se mueven constantemente. Esta energía es expulsada en forma de ondas que se transmiten a través de la corteza terrestre y afecta directamente la superficie de la zona en donde se genera el movimiento.

Nuestro país se encuentra atravesado de norte a sur por el Cinturón de Fuego del Pacífico y es el causante de la formación de la Cordillera de los Andes en Sudamérica, como consecuencia existe una alta actividad sísmica y volcánica en la zona. El terremoto de mayor escala registrado en el país sucedió el 4 de febrero de 1797, tuvo como epicentro la Antigua Riobamba con una magnitud de 8.3 Ms y dejó alrededor de 12000 fallecidos. (Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencia, 2017)

El más reciente evento sísmico de gran magnitud ocurrido en el Ecuador fue el del pasado 16 de abril del 2016, tuvo como magnitud de 7.8 grados en la escala de Mw, duró cerca de 42 segundos y se registró el epicentro en el cantón Pedernales, provincia de Manabí. En este suceso se perdieron muchas vidas humanas, los edificios de las ciudades cercanas al epicentro

se destruyeron o quedaron inoperativas. La destrucción resultante dejó en evidencia las falencias de los sistemas estructurales de muchos edificios antiguos construidos en el país, que no contaban con una norma específica para que diseñar y regular la construcción en nuestro medio. (Tejedo Sanchez, 2016)

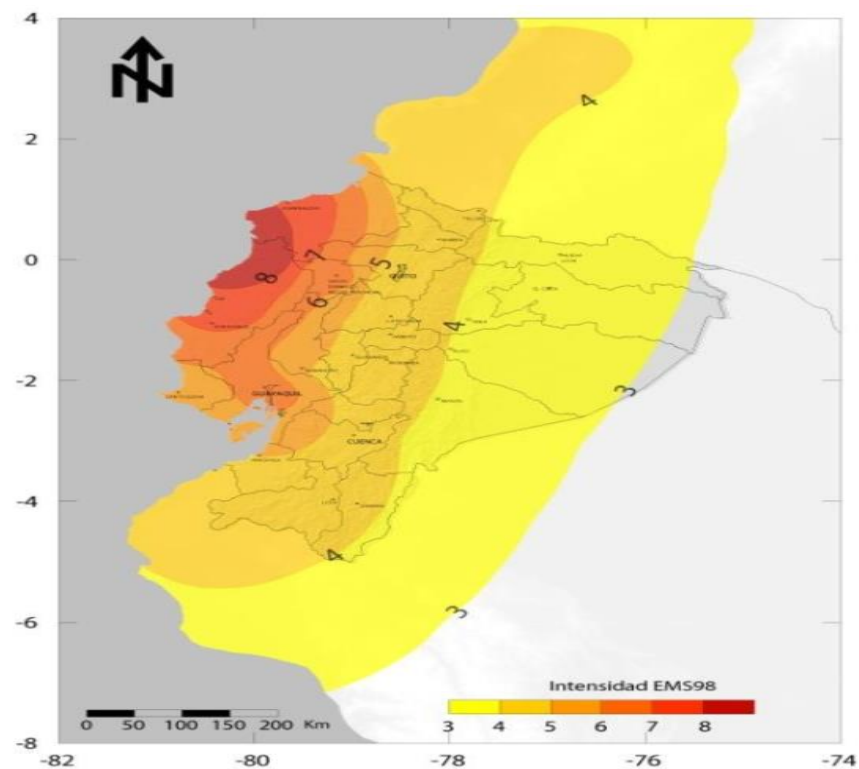


Figura 1.2 Intensidad del sismo de Pedernales en las diferentes provincias

Fuente: (Instituto Geofísico, 2016)

Para entender mejor el término sistema estructural se debe comprender primero la palabra estructura, esta se puede definir como el conjunto de elementos estructurales diseñados y conectados para resistir cargas verticales, sísmicas y otras. Se clasifican en estructuras destinadas a

edificación y otras estructuras distintas como tanques, puentes, etc. (NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCION, 2015)

La estructura se conforma de elementos estructurales dispuestos en el edificio los cuales permiten que se mantenga en pie, dentro de estos se encuentran: los cimientos, columnas, vigas, muros portantes y losas. Están diseñados para transmitirse las cargas entre estos hasta llegar al suelo en donde estas fuerzas se disipan. En caso de fallar uno de estos elementos, la edificación se puede ver seriamente comprometida por lo que se debe diseñar correctamente la estructura según la demanda requerida y asegurarse que al momento de construirse no exista inconsistencias con respecto a lo previamente diseñado. (Organizacion Panamericana de la Salud, 2010)

Por otro lado, también existen elementos no estructurales, los cuales no forman parte del sistema de soporte de la edificación. Estos componentes pueden o no estar unidos a los elementos estructurales como lo son los tabiques, ventanas, puertas, cerramientos, falsos techos, etc. También son considerados los sistemas que permiten el funcionamiento del edificio como lo son las redes eléctricas, hidráulicas, sanitarias, calefacción, aire acondicionado, equipos de oficina y mobiliarios, etc. (Organizacion Panamericana de la Salud, 2010)



Figura 1.3. Elementos estructurales de una edificación

Fuente: (ARKIPLUS, 2021)

Para el diseño sismo-resistente de una obra es de suma importancia considerar los efectos del sismo en los elementos estructurales. La inercia que existe en las estructuras hace que esta tenga la tendencia de mantenerse en su posición inicial cuando se encuentre afectada por algún tipo de movimiento en el terreno, es decir, hay una imposición de fuerzas y desplazamientos. El propósito del diseño sismo resistente es dimensionar las estructuras para que sean resistentes a tales imposiciones. (Gomez De la Torre, 2015)

La fuerza sísmica tiene componente horizontal y vertical, pero en el diseño sísmico se considera la horizontal por ser la mayor en magnitud y más destructivas. La estructura desde un prediseño debe resistir eficientemente las cargas verticales. (Gomez De la Torre, 2015)

El diseño se lo realiza considerando que la estructura tiene un comportamiento elástico, pues si es afectado por un sismo de magnitud considerable, esta probablemente tendrá grandes desplazamientos. Para el diseño se usa una fracción de las fuerzas que producen desplazamientos, ya que la estructura responde satisfactoriamente debido a su diseño el cual permite una gran disipación de energía conforme el material fluye y se comporta inelásticamente; esto produce daños no estructurales no considerables y alta demanda de ductilidad o también compromete la resistencia de la estructura, afectando la estabilidad de esta. (Gomez De la Torre, 2015)

En el diseño sísmico es importante “proporcionar una rigidez y una resistencia adecuadas para limitar la respuesta de las estructuras al rango elástico o proporcionar estructuras de menor resistencia, a costos iniciales presumiblemente menores, que tengan la capacidad de soportar deformaciones inelásticas grandes manteniendo su capacidad de soportar carga.” (Nilson, 1999).

En la etapa de diseño, también deben analizarse las combinaciones de cargas que no incluyan la carga de sismo, pues estas combinaciones usualmente implican mayores demandas. (Gomez De la Torre, 2015)

Si la estructura se clasifica como esencial u ocupación especial, estas deben seguir operativas después del sismo de diseño y por ello el nivel de protección de la estructura debe ser elevado. (NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCION, 2015)

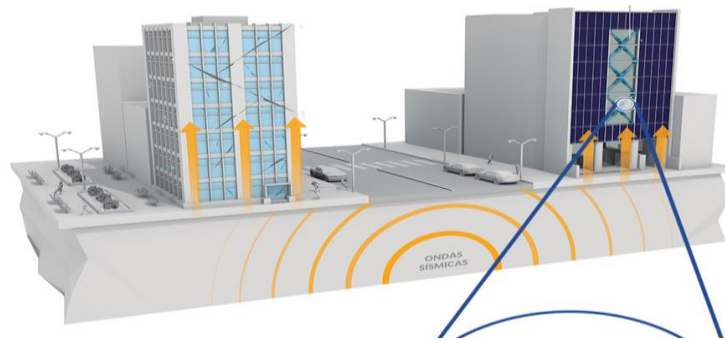


Figura 1.4 Propagación de ondas sísmicas a la superficie

Fuente: (Gil, 2015)

Para iniciar el diseño, se requiere conocer el espectro de la zona donde se asentará el edificio. El espectro es una gráfica donde se detallan las máximas respuestas de un sistema de grado de libertad sujeto a una fuerza dada. Para representar una acción sísmica esta fuerza correspondiente a la aceleración se la debe aplicar en la base del sistema. (Gomez De la Torre, 2015). Existen 2 tipos de espectros que se consideran en la NEC: espectro de respuesta elástico y espectro de respuesta inelástico.

En el espectro de tipo elástico se representan los efectos dinámicos que se generan por el sismo en el diseño como una fracción del amortiguamiento en base al crítico del 5%. (NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCION, 2015).

El espectro de respuesta inelástico es obtenido a partir de la reducción del espectro de respuesta elástico, haciendo uso de factores de modificación que dependen de la ductilidad. La NEC 2015 establece que este espectro se

obtiene dividiendo el espectro elástico para el factor $R \Phi_P \Phi_E$; R es un factor de reducción de las fuerzas de sismos a causa de que las estructuras se comporten de forma no lineal, Φ_P es el coeficiente de regularidad en planta y Φ_E es el coeficiente de regularidad en elevación. Los espectros inelásticos permiten al diseñador estructurista disminuir las cargas debido a los sismos, sin embargo, si se debe tomar en cuenta el riesgo de elegir un valor alto del factor R . (Bermeo Moyano, 2016)

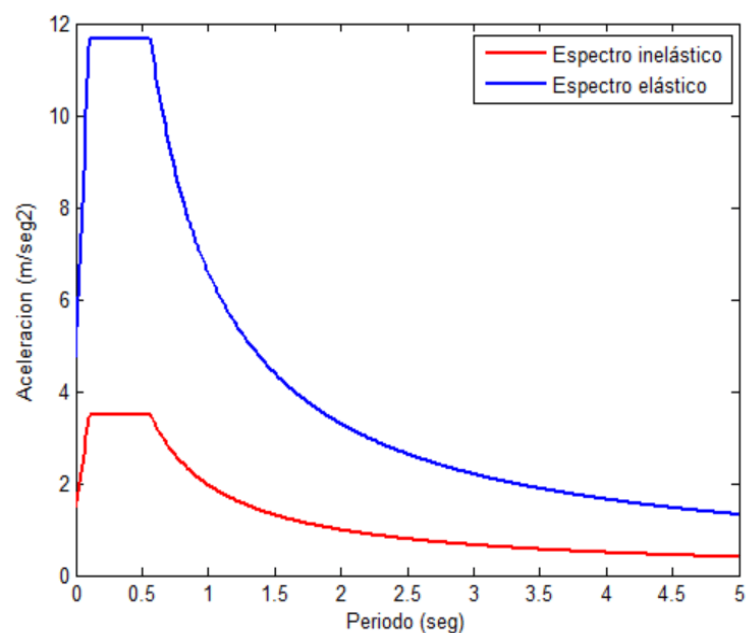


Figura 1.5 Espectro de respuesta elástico e inelástico

Fuente: (Aguiar, 2012)

La filosofía de diseño señala que se debe diseñar una edificación de tal forma que cuando ocurra un sismo fuerte tenga cierto nivel de daño, por lo que eventualmente incursionará en el rango no lineal. La filosofía de diseño toma en consideración que los sismos de gran magnitud no son muy frecuentes, y que financiar una edificación con grandes elementos estructurales a fin de que no exista nivel de daño es mucho más costoso; por esta razón, lo que se busca es un diseño cuyo principal objetivo sea

garantizar la vida de sus ocupantes durante un evento sísmico. (Cruz Azofeifa, 2017).

Para la realización del presente proyecto se optó por utilizar un análisis estático, este se basa en traducir la carga sísmica a fuerzas horizontales equivalentes distribuidas en el centro de masa de cada piso de la edificación mediante la estimación del periodo fundamental, de tal manera que sea posible cuantificar las fuerzas cortantes a través del cortante basal de la estructura. Para todos los edificios, ya sean regulares o irregulares, se requerirá como mínimo la aplicación del método estático para su análisis sísmico, aunque cabe mencionar que este pueda presentar resultados más aproximados a la realidad en estructuras regulares. Este método se fundamenta solo en el primer modo de vibración, el cual representa el comportamiento dinámico traslacional en una dirección durante el movimiento sísmico. (ALACERO, 2015)

Para aprobar el diseño de una edificación, se deben tomar en cuenta ciertos aspectos fundamentales como lo son las derivas de entrepiso, la ductilidad y el nivel de desempeño sísmico. A continuación, se muestra una breve definición de los términos mencionados:

- **Derivas de entrepiso:** Se denomina de esta manera a la relación que existe entre la diferencia del desplazamiento de dos pisos consecutivos que se origina durante un evento sísmico y la distancia que los separa (altura de entrepiso). (Vielma, Barbat, & Oller, 2008)
- **Ductilidad:** Propiedad del miembro estructural que indica su capacidad para deformarse progresivamente más allá del rango elástico, ante la acción de cargas laterales estáticas, cíclicas o de sismo en donde no se registra disminución de la rigidez y resistencia, lo que provee capacidad inelástica implicando fluencia del elemento. (Gomez De la Torre, 2015)
- **Nivel de desempeño sísmico:** El comportamiento que tiene una estructura durante y después de un sismo se denomina nivel de desempeño sísmico, lo que se busca principalmente es garantizar un nivel de daño mínimo a los elementos estructurales y sobre todo

proteger la vida de los ocupantes. Existen cuatro niveles de desempeño sísmicos los cuales se citan a continuación:

1. Operacional: La estructura presenta ligeros daños en su mampostería; además, el edificio continúa en funcionamiento por lo cual no es necesario evacuar.
2. Ocupación inmediata: El edificio no presenta daño en sus elementos estructurales. Los ocupantes deben evacuar el edificio momentáneamente y una vez que pase el sismo se podrá retornar al edificio con total seguridad.
3. Protección de la vida: En esta categoría los edificios presentan daños considerables por lo cual las personas se verán en obligación de evacuar y posiblemente el edificio no pueda volver a ser usado hasta dentro de semanas o meses. Lo esencial en este nivel de desempeño es proteger la vida de los ocupantes.
4. Prevención del colapso: El objetivo de este nivel de desempeño es evitar que el edificio colapse, los daños en los elementos estructurales son importantes por lo cual se debe demoler el edificio.

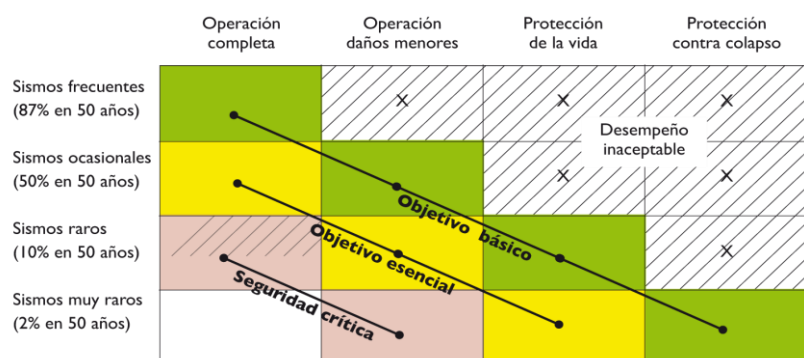


Figura 1.6 Niveles de desempeño sísmico
Fuente: (Pérez, Aguirre, & Ramírez, 2018)

CAPÍTULO 2

2. DESARROLLO DEL PROYECTO

2.1 Metodología para el diseño sismo-resistente

El diseño sismo resistente en una edificación depende del uso y la importancia que se le va a dar cuando este se encuentre operativo ya que este debe contrarrestar los efectos que producen los eventos sísmicos comunes en nuestro país.

La estructura puede presentar comportamiento lineal o no lineal. Si la estructura tiene la capacidad resistente suficiente, la relación fuerzas/desplazamientos es lineal, dada por la rigidez elástica del sistema. Si el comportamiento de la estructura es no lineal, la relación fuerzas/desplazamientos dependen de la rigidez elástica, de las propiedades inelásticas y de la historia de los desplazamientos impuestos en la estructura. (NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCION, 2015)

Para el diseño sismo resistente se pueden emplear 2 métodos de análisis, el primero es un Diseño Basado en Fuerzas (DBF) que es un modelo estático que se usa dependiendo de las condiciones de regularidad de la estructura. El segundo es un Diseño Basado en Desplazamientos (DBD) usado principalmente en estructuras esenciales, de ocupación especial e irregulares.

En el DBF las estructuras deben resistir las fuerzas sísmicas provenientes de combinaciones de fuerzas horizontales actuantes y analizar los efectos relacionados. Estas fuerzas de sismo de diseño actúan no recurrentemente en la dirección de cada eje principal de la edificación y luego es combinada.

Las estructuras que son analizadas con el método de DBD parten de un desplazamiento de diseño, establecido por el desempeño deseado en la edificación y debe proporcionar la resistencia lateral requerida para alcanzar dicho desempeño.

Para comprobar la eficiencia del DBD, se debe realizar el Diseño por Capacidad para el detallamiento de los elementos del sistema sismo resistente, y así asegurar que el mecanismo dúctil establecido para el

edificio se desenvuelva correctamente cuando ocurra un sismo severo. (NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCION, 2015)

2.2 Estudios preliminares

Para la elaboración de este proyecto, el Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de El Oro, brindó su interés en apoyar este estudio, por lo cual prestó información relacionada a estudios de suelo, planos arquitectónicos y estructurales de las dos edificaciones.

Se llevó a cabo una reunión con el Ingeniero Francisco Egas de la Prefectura de El Oro, quien explicó las condiciones actuales de las estructuras e indicó los requerimientos que espera que se lleven a cabo en el presente trabajo.

2.3 Análisis de alternativas

2.3.1 Planteamiento de alternativas

Para poder llevar a cabo la construcción del nuevo edificio en la zona indicada por el GAD Provincial de El Oro, se propusieron las cuatro alternativas mencionadas a continuación:

- Encamisado de acero
- Refuerzo de sección transversal
- Refuerzo con fibra de carbono
- Demolición

Las 3 primeras alternativas buscan reforzar el sistema estructural del antiguo edificio ubicado en esa zona, de tal forma que este se adapte para cumplir con las nuevas demandas; por otro lado, la cuarta alternativa sugiere el derrumbamiento del edificio y por lo tanto el diseño de un nuevo sistema estructural. A continuación, se explicarán más a fondo las alternativas propuestas:

1. Encamisado de acero

Consiste en envolver con chapas de acero los elementos estructurales y soldando las esquinas libres para el caso de

columnas circulares, para el caso de secciones transversales cuadradas o rectangulares se utilizan perfiles L o U unidos entre sí. El espacio existente entre el encamisado y el elemento original se fija con resinas epóxicas o con morteros de cemento. (Abeiga, 2016)

2. Refuerzo de sección transversal

Este reforzamiento permite incrementar la capacidad estructural de los elementos. Consiste en aumentar el área de la sección transversal colocando varillas longitudinales y estribos en la periferia del elemento para luego vaciar el hormigón, también es necesario aplicar resinas epóxicas para asegurar la adherencia entre el concreto nuevo y el viejo. (Abeiga, 2016)

3. Refuerzo con fibra de carbono

Este material aporta rigidez y resistencia a los elementos estructurales. Se colocan las fibras de tal forma en la que permitan transmitir los esfuerzos entre estas y la superficie a la que se han adherido. Entre las ventajas que se tienen están:

- No son afectados por problemas de corrosión, por lo que tienen excelente durabilidad.
- Facilidad de manipulación de las fibras para optimizar el comportamiento.
- Proporciona comportamiento tensión-deformación lineal hasta la rotura.
- Buen comportamiento a fatiga.

(Bueno, 2016)

4. Demolición

Proceso en donde se destruye de manera planificada una construcción, que debe cumplir con las necesidades y cuidados específicos según sea el caso.

Es importante que antes de demoler, se lleven a cabo estudios exhaustivos de los planos de construcción, los servicios existentes, impacto al ambiente, etc. También se debe comprobar el estado de la

edificación para plantearse áreas de conservación y servidumbres.
(Bueno, 2016)

2.3.2 Selección de alternativas

Para seleccionar la mejor alternativa se evaluaron cinco criterios, a cada uno se le asignó un factor de importancia acorde a los requerimientos de la empresa. A continuación, se presentarán los criterios seleccionados y el peso asignado para cada uno:

- Elección del cliente (30%)
- Criterio ingenieril (30%)
- Tiempo de ejecución (15%)
- Presupuesto económico (15%)
- Impacto ambiental (10%)

Para asignar la valoración correspondiente a cada alternativa mencionada en el anterior ítem, se situaron todos los criterios en una escala de Likert y se procedió a llenar la tabla con números del 1 al 5 de acuerdo a la dificultad obtenida, siendo 1 muy complicado y 5 muy fácil de llevar a cabo; en el siguiente espacio se detallan las tablas mencionadas:

Tabla 2.1 Escala de Likert - encamisado de acero

Fuente: Bonifaz y Solano

ENCAMISADO DE ACERO								
NÚMERO	CRITERIO	PESO %	ESCALA					RESTRICCIONES
			1	2	3	4	5	
1	Elección del cliente	30		X				
2	Criterio ingenieril	30		X				
3	Tiempo de ejecución	15				X		
4	Presupuesto económico	15				X		Requiere mano de obra calificada
5	Impacto ambiental	10				X		
		100%						

Tabla 2.2 Escala de Likert - Refuerzo de sección transversal

Fuente: Bonifaz y Solano

REFUERZO DE SECCIÓN TRANSVERSAL								
NÚMERO	CRITERIO	PESO %	ESCALA					RESTRICCIONES
			1	2	3	4	5	
1	Elección del cliente	30		X				
2	Criterio ingenieril	30			X			
3	Tiempo de ejecución	15			X			
4	Presupuesto económico	15			X			
5	Impacto ambiental	10			X			
		100%						

Tabla 2.3 Escala de Likert - Refuerzo con fibra de carbono

Fuente: Bonifaz y Solano

REFUERZO CON FIBRA DE CARBONO								
NÚMERO	CRITERIO	PESO %	ESCALA					RESTRICCIONES
			1	2	3	4	5	
1	Elección del cliente	30		X				
2	Criterio ingenieril	30			X			
3	Tiempo de ejecución	15					X	
4	Presupuesto económico	15		X				
5	Impacto ambiental	10				X		
		100%						

Tabla 2.4 Escala de Likert – Demolición

Fuente: Bonifaz y Solano

DEMOLICIÓN								
NÚMERO	CRITERIO	PESO %	ESCALA					RESTRICCIONES
			1	2	3	4	5	
1	Elección del cliente	30					X	
2	Criterio ingenieril	30					X	
3	Tiempo de ejecución	15			X			
4	Presupuesto económico	15			X			
5	Impacto ambiental	10			X			
		100%						

En el siguiente cuadro se recopilan las calificaciones correspondientes a cada alternativa según lo mostrado en las tablas anteriores:

Tabla 2.5 Resumen general de las calificaciones obtenidas en las alternativas propuestas

Fuente: Bonifaz y Solano

CRITERIOS	PESO %	Encamisado de acero	Refuerzo de sección transversal	Refuerzo con fibra de carbono	Demolición
Elección del cliente	30	12	12	12	30
Criterio ingenieril	30	12	18	18	30
Tiempo de ejecución	15	12	9	15	9
Presupuesto económico	15	12	9	6	9
Impacto ambiental	10	8	6	8	6
TOTAL		56	54	59	84

Como se puede apreciar, la opción de demoler la estructura presenta la puntuación más alta entre las 4 propuestas. Se adoptó esta alternativa como solución a la problemática expuesta ya que el cliente mostró interés en ella; además, el tiempo que la estructura se ha encontrado operando supera los 50 años, lo cual ha ocasionado que el sistema estructural presente ciertas deficiencias.

Cabe mencionar, que durante la inspección visual de la edificación se evidenciaron múltiples errores constructivos como: columna corta, columna débil-viga fuerte y piso flexible. Durante la observación de planos se evidenciaron columnas subreforzadas, vigas demasiado peraltadas, cuantía por debajo del mínimo establecido, mala distribución de las columnas y estribos muy separados. En el ensayo de núcleos proporcionado por el cliente se evidencia una resistencia a la compresión del hormigón de 185 kg/cm², lo cual se encuentra por debajo del mínimo para un diseño sismo-resistente.

Considerando lo expuesto en los anteriores párrafos, se llegó a la conclusión que es más conveniente demoler el edificio a buscar una manera de reforzar y corregir los errores constructivos.

2.4 Normativa usada

Para la construcción de edificaciones en nuestro país, la normativa que se debe emplear es la NEC 2015; en el presente proyecto los capítulos utilizados son:

- NEC-SE-HM
- NEC-SE-CG
- NEC-SE-HM

Para comparar y corroborar los resultados obtenidos en el diseño se consideró la normativa ACI 318-14.

2.5 Plan de trabajo

El plan de trabajo detalla las fechas tentativas en las cuales se tiene previsto presentar las respectivas fases del proyecto de investigación, de tal manera

que todo se desarrolle correctamente y pueda culminar en el tiempo establecido.

Tabla 2.6 Cronograma de trabajo

Fuente: Bonifaz y Solano

Código	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
1	Planteamiento del tema	4 días	lun 10/5/21	jue 13/5/21
2	Reuniones previas con el cliente	2 días	jue 13/5/21	vie 14/5/21
3	Recopilación de información	6 días	lun 17/5/21	lun 24/5/21
4	Inspección del área de trabajo	5 días	vie 14/5/21	jue 20/5/21
5	Replanteamiento del tema	2 días	vie 21/5/21	lun 24/5/21
6	Alcance y descripción del proyecto	7 días	mar 25/5/21	mié 2/6/21
7	Propuesta de alternativas y selección	5 días	jue 3/6/21	mié 9/6/21
8	Modelamiento del edificio en el programa	10 días	lun 7/6/21	vie 18/6/21
9	Elaboración memoria técnica parcial	10 días	jue 10/6/21	mié 23/6/21
10	Análisis estructural de la edificación	7 días	lun 21/6/21	mar 29/6/21
11	Diseño estructural de la edificación	5 días	mié 30/6/21	mar 6/7/21
12	EIA primer avance	10 días	lun 12/7/21	vie 23/7/21
13	EIA segundo avance	10 días	lun 26/7/21	vie 6/8/21
14	EIA entrega final	5 días	lun 9/8/21	vie 13/8/21
15	Elaboración de planos	27 días	lun 12/7/21	mar 17/8/21
16	Entrega de memoria técnica (80%)	2 días	lun 16/8/21	mar 17/8/21
17	Entrega de memoria técnica (99%)	8 días	mié 18/8/21	vie 27/8/21
18	Semifinal 5 min pitch	5 días	lun 6/9/21	vie 10/9/21
19	Memoria técnica (100%)	7 días	lun 30/8/21	mar 7/9/21
20	Exposición final	2 días	mié 8/9/21	jue 9/9/21
21	Final 5 min pitch	4 días	lun 13/9/21	jue 16/9/21

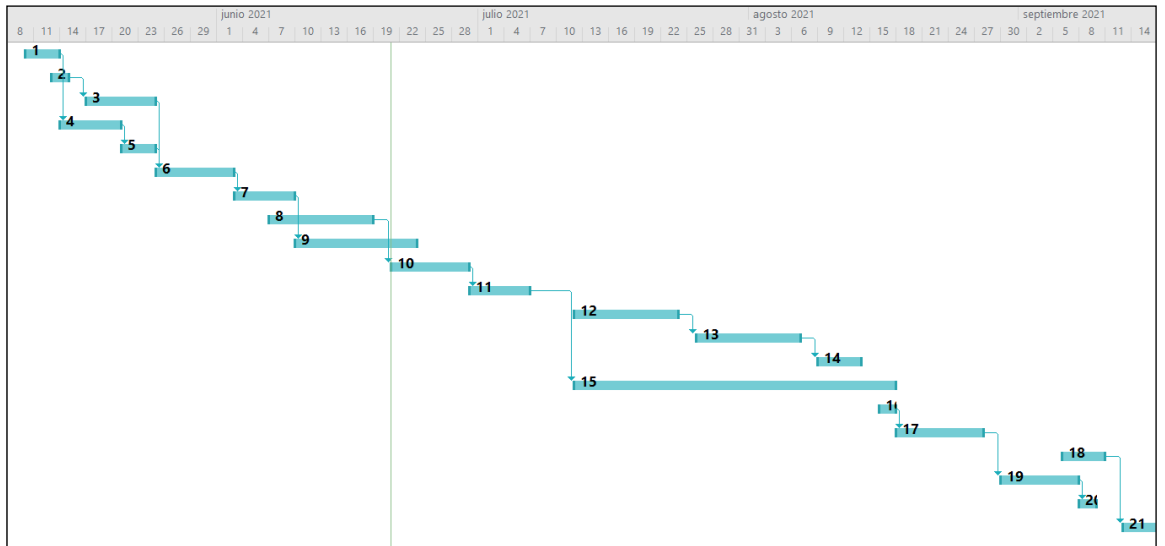


Figura 2.1 Diagrama de Gantt de las actividades expuestas en el plan de trabajo
 Fuente: Bonifaz y Solano

CAPÍTULO 3

3. DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES

En el presente capítulo se realizará un análisis estructural de la edificación existente a fin de justificar la demolición de la misma, posteriormente se trabajará en el diseño estructural de la nueva edificación en base a la Normativa Ecuatoriana de la Construcción vigente.

3.1 Evaluación estructural de la edificación existente

3.1.1 Modelo estructural

Para la evaluación estructural del presente proyecto se consideró un sistema estructural de Pórticos de Concreto Resistente a Momentos (PCRM), el cual está compuesto por los siguientes elementos estructurales:

- Vigas
- Columnas
- Losas
- Plintos
- Escaleras

El edificio cuenta con 3 pisos y una cubierta metálica en la parte superior, para el análisis se consideró los parámetros establecidos en la NEC 2015 para una edificación sismo-resistente.

3.1.2 Construcción del espectro de diseño elástico

Para la construcción del espectro elástico se consideraron las especificaciones citadas en la NEC-SE-DE-Peligro-Sísmico, a continuación, se muestran a detalle los parámetros necesarios para llevar a cabo la gráfica:

- **Factor de zona (Z)**

Según la NEC-SE-DS sección 3.1.1, el factor de zona (Z) representa la aceleración máxima de la roca, dicho valor se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad. Dentro del territorio ecuatoriano, el factor z toma distintos valores para cada ciudad, para

el caso del presente proyecto se adoptó el valor correspondiente a la ciudad de Machala.

La tabla 16 de la NEC-SE-DS establece un valor de 0,4 para el factor de zona (Z) en la ciudad de Machala provincia de El Oro.

Tabla 3.1 Factor de zona (Z) para la ciudad de Machala

Fuente: (NEC-SE-DS, 2015)

POBLACIÓN	PARROQUIA	CANTÓN	PROVINCIA	Z
PUJILI	PUJILI	PUJILI	COTOPAXI	0.40
PORTOVELO	PORTOVELO	PORTOVELO	EL ORO	0.30
CHILLA	CHILLA	CHILLA	EL ORO	0.30
PACCHA	PACCHA	ATAHUALPA	EL ORO	0.30
PIÑAS	PIÑAS	PIÑAS	EL ORO	0.30
ZARUMA	MALVAS	ZARUMA	EL ORO	0.30
HUAQUILLAS	HUAQUILLAS	HUAQUILLAS	EL ORO	0.40
SANTA ROSA	SANTA ROSA	SANTA ROSA	EL ORO	0.40
ARENILLAS	ARENILLAS	ARENILLAS	EL ORO	0.40
BELLAVISTA	BELLAVISTA	SANTA ROSA	EL ORO	0.40
MACHALA	MACHALA	MACHALA	EL ORO	0.40
BALSAS	BALSAS	BALSAS	EL ORO	0.35
MARCABELI	MARCABELI	MARCABELI	EL ORO	0.35
PASAJE	PASAJE	PASAJE	EL ORO	0.35

- **Tipo de suelo**

El tipo de suelo fue proporcionado por la empresa interesada en el proyecto, para el presente caso se adoptó un perfil de suelo tipo D en base a las características del mismo.

Tabla 3.2 Descripción de los tipos de perfil

Fuente: (NEC-SE-DS, 2015)

Tipo de perfil	Descripción	Definición
	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$N \geq 50.0$ $S_u \geq 100 \text{ KPa}$
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$360 \text{ m/s} > V_s \geq 180 \text{ m/s}$
	Perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > N \geq 15.0$ $100 \text{ kPa} > S_u \geq 50 \text{ kPa}$

- **Coefficiente de amplificación de suelo en la zona de período corto (F_a)**

Con ayuda de la tabla 3 de la NEC-SE-DS se puede obtener el valor numérico para el factor F_a para un perfil de suelo tipo D. En base a dicha tabla el factor F_a correspondiente es 1,2.

Tabla 3.3 Factor de sitio F_a para perfil de suelo tipo D

Fuente: (NEC-SE-DS, 2015)

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.5
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.4	1.3	1.25	1.23	1.2	1.18
D	1.6	1.4	1.3	1.25	1.2	1.12
E	1.8	1.4	1.25	1.1	1.0	0.85
F	Véase Tabla 2 : Clasificación de los perfiles de suelo y la sección 10.5.4					

- **Coefficiente de amplificación de desplazamientos para diseño en roca (F_d)**

Con ayuda de la tabla 4 de la NEC-SE-DS se puede obtener el valor numérico para el factor F_d para un perfil de suelo tipo D. En base a dicha tabla el factor F_d correspondiente es 1,19.

Tabla 3.4 Factor de sitio Fd para perfil de suelo tipo D

Fuente: (NEC-SE-DS, 2015)

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.36	1.28	1.19	1.15	1.11	1.06
D	1.62	1.45	1.36	1.28	1.19	1.11
E	2.1	1.75	1.7	1.65	1.6	1.5
F	Véase Tabla 2 : Clasificación de los perfiles de suelo y 10.6.4					

- **Coefficiente del comportamiento no lineal en suelos (F_s)**

Con ayuda de la tabla 5 de la NEC-SE-DS se puede obtener el valor numérico para el factor F_s para un perfil de suelo tipo D. En base a dicha tabla el factor F_s correspondiente es 1,28.

Tabla 3.5 Factor de sitio Fs para perfil de suelo tipo D

Fuente: (NEC-SE-DS, 2015)

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
B	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C	0.85	0.94	1.02	1.06	1.11	1.23
D	1.02	1.06	1.11	1.19	1.28	1.40
E	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2
F	Véase Tabla 2 : Clasificación de los perfiles de suelo y 10.6.4					

- **Factor r**

La Normativa NEC-SE-DS en la sección 3.3.1 especifica que se debe adoptar un valor de $r=1$ al tratarse de un tipo de suelo D.

- **Factor η**

La normativa NEC-SE-DS en la sección 3.3.1 indica que para edificaciones asentadas en la Costa Ecuatoriana se debe adoptar un valor de $\eta=1,8$ a excepción de la provincia de Esmeraldas.

Una vez establecidos los factores propios del terreno donde se construirá la edificación, se procede a colocar los puntos en la gráfica de S_a vs T según lo indicado en la Figura 3 de la NEC-SE-DS.

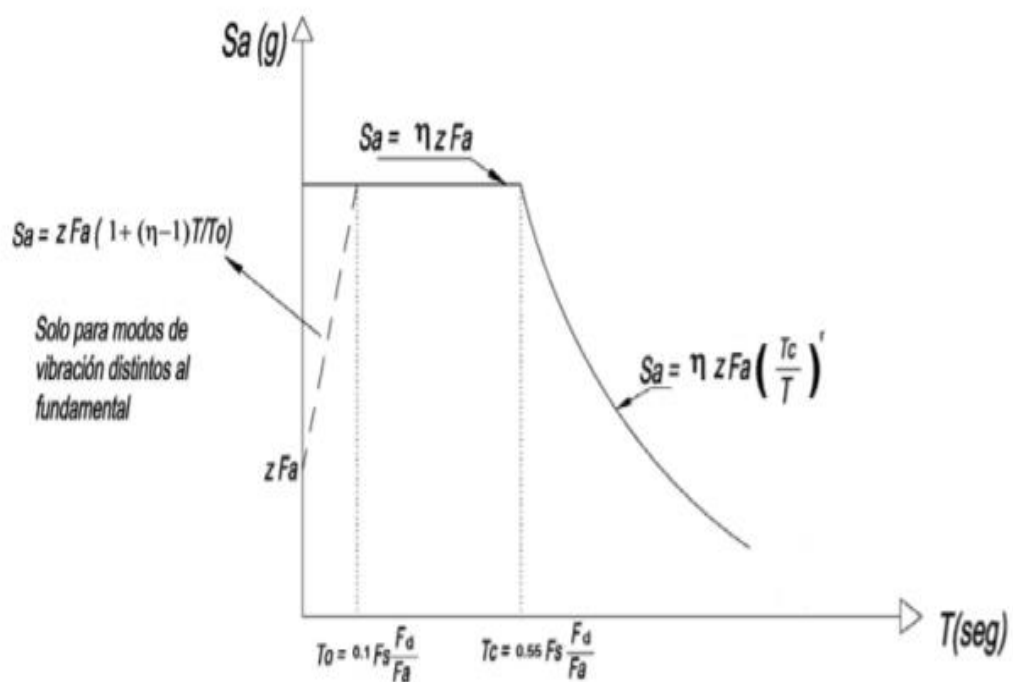


Figura 3.1 Gráfica de espectro de diseño según la Normativa Ecuatoriana.

Fuente: (NEC-SE-DS, 2015)

Cálculo de los períodos límites de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones T_o y T_c .

(Ec. 1)

$$T_o = 0,1 * F_s * \frac{F_d}{F_a}$$
$$T_o = 0,1 * 1,28 * \frac{1,19}{1,2}$$
$$T_o = 0,119 \text{ s}$$

(Ec. 2)

$$T_o = 0,55 * F_s * \frac{F_d}{F_a}$$
$$T_o = 0,55 * 1,28 * \frac{1,19}{1,2}$$
$$T_o = 0,698 \text{ s}$$

En la tabla mostrada a continuación, se pueden apreciar los puntos de la gráfica para el espectro elástico según lo especificado en la NEC-SE-DS.

Tabla 3.6 Período y aceleración espectral correspondientes a la zona de estudio

Fuente: Bonifaz y Solano

T[s]	Sa[g]
0	0,48
0,13	0,86
0,70	0,86
1	0,60
1,50	0,40
2	0,30
2,50	0,24
3	0,20
4	0,15

Finalmente, el espectro de diseño obtenido se muestra en la siguiente gráfica.

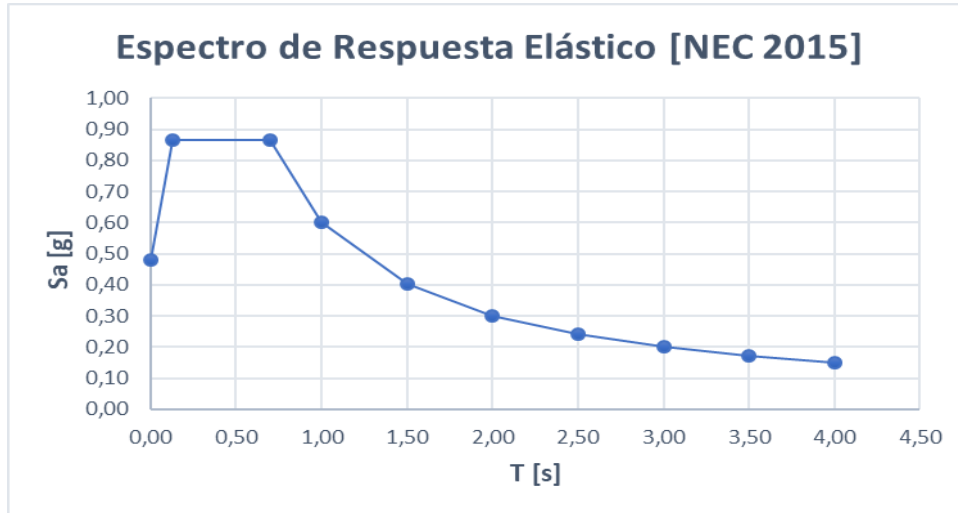


Figura 3.2 Espectro de respuesta elástica de la zona

Fuente: Bonifaz y Solano

3.1.3 Construcción del espectro de diseño inelástico

Para la construcción del espectro de diseño inelástico, la NEC 2015 establece un valor de R igual a 8 para un sistema estructural PCRM con vigas descolgadas según la tabla 18 de la NEC-SE-DS.

Tabla 3.7 Coeficiente de R para sistemas estructurales dúctiles

Fuente: (NEC-SE-DS, 2015)

Sistemas Estructurales Dúctiles	R
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas banda, con muros estructurales de hormigón armado o con diagonales rigidizadoras.	7
Pórticos resistentes a momentos	
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas.	8
Pórticos especiales sismo resistentes, de acero laminado en caliente o con elementos armados de placas.	8
Pórticos con columnas de hormigón armado y vigas de acero laminado en caliente.	8
Otros sistemas estructurales para edificaciones	
Sistemas de muros estructurales dúctiles de hormigón armado.	5
Pórticos especiales sismo resistentes de hormigón armado con vigas banda.	5

En la siguiente gráfica se muestra el espectro de respuesta inelástico correspondiente a la zona de trabajo acorde al sistema estructural mencionado con anterioridad.

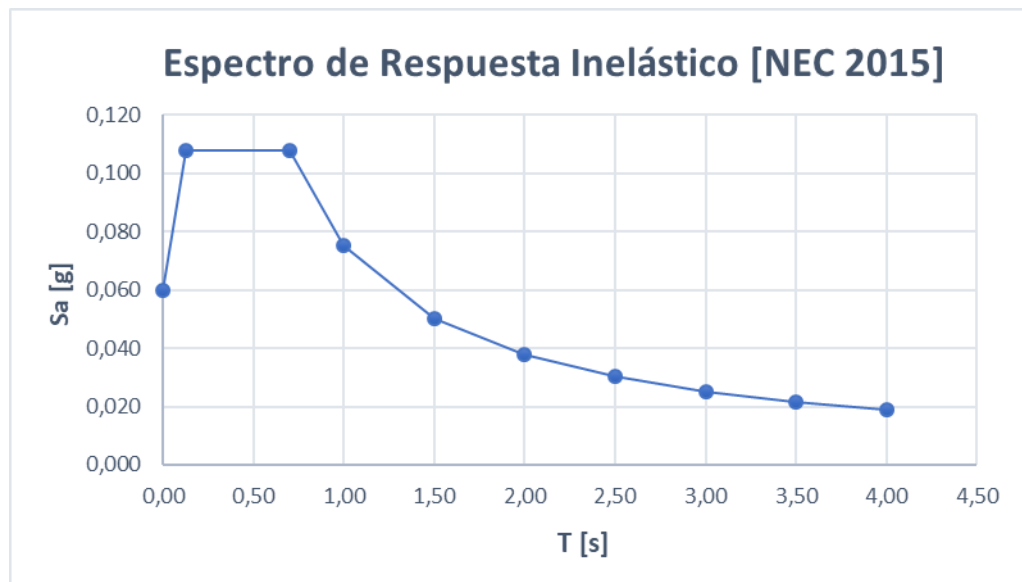


Figura 3.3 Espectro de respuesta inelástico de la zona

Fuente: Bonifaz y Solano

3.1.4 Periodo de vibración de la edificación

Para el cálculo del período fundamental de la estructura se empleará la ecuación correspondiente al método 1 del inciso 6.3.3 de la NEC-SE-DS, para ello es necesario identificar los valores de los coeficientes C_t y α .

Tabla 3.8 Coeficientes C_t y α para la estructura analizada

Fuente: (NEC-SE-DS, 2015)

Tipo de estructura	C_t	α
Estructuras de acero		
Sin arriostramientos	0.072	0.8
Con arriostramientos	0.073	0.75
Pórticos especiales de hormigón armado		
Sin muros estructurales ni diagonales rigidizadoras	0.055	0.9
Con muros estructurales o diagonales rigidizadoras y para otras estructuras basadas en muros estructurales y mampostería estructural	0.055	0.75

De acuerdo a la Tabla 3.8, los valores de los factores C_t y α para un sistema estructural de PCRM sin diagonales rigidizadoras son 0,055 y 0,9 respectivamente. A continuación, se procederá a calcular el periodo de la estructura mediante la fórmula del método 1 establecido en la sección 6.3.3 de la NEC-SE-DS.

(Ec. 3)

$$T = C_t \times h_n^\alpha$$
$$T = 0,055 * 9,53^{0,9}$$
$$T = 0,418 \text{ s}$$

El período obtenido es de 0,418 s.

3.1.5 Irregularidades en planta y elevación

La Normativa establece que, para el caso de edificaciones irregulares ya sea en planta o elevación, se deben emplear factores de penalización durante el diseño estructural. Las irregularidades en una edificación son responsables de un comportamiento estructural deficiente ante un evento sísmico, por esta razón los factores buscan compensar dichas fallas a través de un diseño más óptimo.

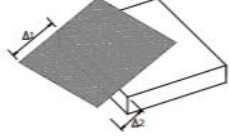
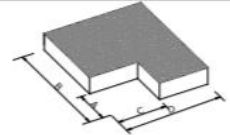
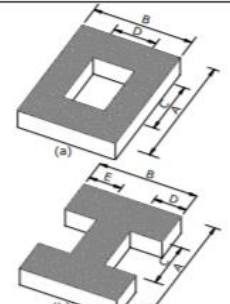
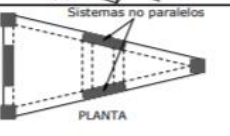
- **Irregularidades en planta**

En la tabla 11 de la NEC-SE-DS se detallan las irregularidades en planta que se pueden encontrar en una edificación, así como los factores de penalización correspondientes a cada caso.

Para nuestra edificación, se identificó una irregularidad en planta de tipo 2: Retrocesos excesivos en las esquinas, el factor de penalización adoptado según la normativa es $\phi_{pi}=0.9$. Según el plano proporcionado por el GAD Provincial de El Oro, los entrantes en las esquinas superaban el 15% de la dimensión de la planta en la dirección del entrante.

Tabla 3.9 Factores de penalización para irregularidades en planta de una edificación

Fuente: (NEC-SE-DS, 2015)

<p>Tipo 1 - Irregularidad torsional $\phi_{pi}=0.9$ $\Delta > 1.2 \frac{(\Delta 1 + \Delta 2)}{2}$</p> <p>Existe irregularidad por torsión, cuando la máxima deriva de piso de un extremo de la estructura calculada incluyendo la torsión accidental y medida perpendicularmente a un eje determinado, es mayor que 1,2 veces la deriva promedio de los extremos de la estructura con respecto al mismo eje de referencia. La torsión accidental se define en el numeral 6.4.2 del presente código.</p>	
<p>Tipo 2 - Retrocesos excesivos en las esquinas $\phi_{pi}=0.9$ $A > 0.15B$ y $C > 0.15D$</p> <p>La configuración de una estructura se considera irregular cuando presenta entrantes excesivos en sus esquinas. Un entrante en una esquina se considera excesivo cuando las proyecciones de la estructura, a ambos lados del entrante, son mayores que el 15% de la dimensión de la planta de la estructura en la dirección del entrante.</p>	
<p>Tipo 3 - Discontinuidades en el sistema de piso $\phi_{pi}=0.9$ a) $CxD > 0.5AxB$ b) $[Cx D + CxE] > 0.5Ax B$</p> <p>La configuración de la estructura se considera irregular cuando el sistema de piso tiene discontinuidades apreciables o variaciones significativas en su rigidez, incluyendo las causadas por aberturas, entrantes o huecos, con áreas mayores al 50% del área total del piso o con cambios en la rigidez en el plano del sistema de piso de más del 50% entre niveles consecutivos.</p>	
<p>Tipo 4 - Ejes estructurales no paralelos $\phi_{pi}=0.9$</p> <p>La estructura se considera irregular cuando los ejes estructurales no son paralelos o simétricos con respecto a los ejes ortogonales principales de la estructura.</p>	

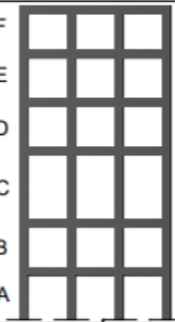
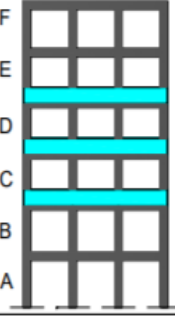
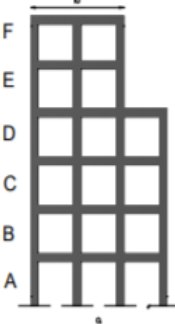
- **Irregularidades en elevación**

En la tabla 12 de la NEC-SE-DS se detallan las irregularidades en elevación que se pueden encontrar en una edificación, así como los factores de penalización correspondientes a cada caso.

La edificación en estudio presenta irregularidades en elevación de tipo 3, esto debido a que la dimensión de la planta abaja, excede en un 30% a la del piso adyacente; para este caso el valor de penalización adoptado es $\phi_{Ei}=0,9$.

Tabla 3.10 Factores de penalización para irregularidades en elevación de una edificación

Fuente: (NEC-SE-DS, 2015)

<p>Tipo 1 - Piso flexible $\phi_E=0.9$ Rigidez $K_c < 0.70$ Rigidez K_D $Rigidez < 0.80 \frac{(K_D + K_E + K_F)}{3}$</p> <p>La estructura se considera irregular cuando la rigidez lateral de un piso es menor que el 70% de la rigidez lateral del piso superior o menor que el 80 % del promedio de la rigidez lateral de los tres pisos superiores.</p>	
<p>Tipo 2 - Distribución de masa $\phi_E=0.9$ $m_D > 1.50 m_E$ ó $m_D > 1.50 m_C$</p> <p>La estructura se considera irregular cuando la masa de cualquier piso es mayor que 1,5 veces la masa de uno de los pisos adyacentes, con excepción del piso de cubierta que sea más liviano que el piso inferior.</p>	
<p>Tipo 3 - Irregularidad geométrica $\phi_E=0.9$ $a > 1.3 b$</p> <p>La estructura se considera irregular cuando la dimensión en planta del sistema resistente en cualquier piso es mayor que 1,3 veces la misma dimensión en un piso adyacente, exceptuando el caso de los altillos de un solo piso.</p>	

3.1.6 Cargas

La carga muerta de la edificación se la obtuvo con el peso de los materiales que componen la estructura, estos se establecieron de acuerdo con el capítulo de la NEC correspondiente a cargas no sísmicas NEC-SE-CG, en la tabla 8 de la sección 4.1.

Para el cálculo de la carga viva se consideró la tabla 9 de la sección 4.2.1 de la NEC-SE-CG, en este apartado se encuentran los valores de carga viva correspondientes a un edificio de oficinas.

Tabla 3.11 Cargas de entrepiso correspondientes a la estructura

Fuente: (NEC-SE-DS, 2015)

CARGAS ENTREPISOS	
CARGA MUERTA	
Losa Nervada [Ton/m ²]	0,33
Paredes [Ton/m ²]	0,25
Baldosas [Ton/m ²]	0,1
Instalaciones, enlucido y ductos [Ton/m ²]	0,04
TOTAL [Ton/m ²]	0,72
CARGA VIVA	
Edificio de oficinas [Ton/m ²]	0,24
TOTAL [Ton/m ²]	0,24

Tabla 3.12 Cargas de cubierta correspondientes a la estructura

Fuente: (NEC-SE-DS, 2015)

CARGAS CUBIERTA	
CARGA MUERTA	
Instalaciones, enlucido y ductos [Ton/m ²]	0,04
TOTAL [Ton/m ²]	0,04
CARGA VIVA	
Cubiertas planas o inclinadas [Ton/m ²]	0,07
TOTAL [Ton/m ²]	0,07

3.1.7 Cortante basal sísmico

La normativa establece que se puede obtener el cortante basal de una edificación mediante la aplicación de la siguiente ecuación establecida en la sección 6.3.2:

(Ec. 4)

$$V = \frac{I S_a}{R \phi_P \phi_E} * W$$

Donde:

S_a: Espectro de diseño en aceleración

φ_p y **φ_e**: Coeficientes de configuración en planta y elevación

I: Coeficiente de importancia de la estructura

R: Factor de reducción de resistencia sísmica

W: Carga sísmica reactiva

El coeficiente de importancia de la estructura se determina con ayuda de la tabla 6 de la sección 4.1 de la normativa NEC-SE-DS. De acuerdo a la tabla, el edificio entra en la categoría de estructura de ocupación especial al ser un edificio público que requiere operar continuamente. El coeficiente adoptado es $I=1,3$.

Tabla 3.13 Tipo de uso, destino e importancia de la estructura

Fuente: (NEC-SE-DS, 2015)

Categoría	Tipo de uso, destino e importancia	Coeficiente I
Edificaciones esenciales	Hospitales, clínicas, Centros de salud o de emergencia sanitaria. Instalaciones militares, de policía, bomberos, defensa civil. Garajes o estacionamientos para vehículos y aviones que atienden emergencias. Torres de control aéreo. Estructuras de centros de telecomunicaciones u otros centros de atención de emergencias. Estructuras que albergan equipos de generación y distribución eléctrica. Tanques u otras estructuras utilizadas para depósito de agua u otras sustancias anti-incendio. Estructuras que albergan depósitos tóxicos, explosivos, químicos u otras sustancias peligrosas.	1.5
Estructuras de ocupación especial	Museos, iglesias, escuelas y centros de educación o deportivos que albergan más de trescientas personas. Todas las estructuras que albergan más de cinco mil personas. Edificios públicos que requieren operar continuamente	1.3
Otras estructuras	Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores	1.0

La carga sísmica reactiva (W) se especifica en la sección 6.1.7 de la NEC-SE-DS, para el caso de estudio, se tomará únicamente como el valor total del peso de la estructura.

Dado que se trata de un edificio de oficinas, solo se consideran la carga muerta del piso y el peso propio de los elementos estructurales, el cual se estimará en 0.30 ton/m^2 .

(Ec. 5)

$$W = 2 * (0,72 + 0,30) * (19,72 * 20,90)$$

$$W = 840,78 T$$

Aplicando la ecuación de la sección 6.3.2 de la NEC-SE-DS se obtiene el siguiente cortante basal:

(Ec. 6)

$$V = \frac{1,3 * 0,86}{8 * 0,9 * 0,9} * 840,78$$

$$V = 145,1 T$$

A través de un programa de análisis estructural se verificó el resultado obtenido, para ello fue necesario ingresar los coeficientes Cs y K, donde Cs es resultado de dividir el cortante basal para la carga sísmica reactiva (Cs=0,172) y el coeficiente K se obtiene mediante la siguiente tabla de la sección 6.3.5 de la NEC-SE-DS.

Tabla 3.14 Determinación de coeficiente K

Fuente: (NEC-SE-DS, 2015)

Valores de T (s)	k
≤ 0.5	1
$0.5 < T \leq 2.5$	$0.75 + 0.50 T$
> 2.5	2

Según la tabla 3.14, el valor correspondiente a un periodo de 0.418 s es 1. En la siguiente gráfica se observan los coeficientes Cs y K siendo ingresados en un programa de análisis estructural para obtener el cortante basal de la estructura.

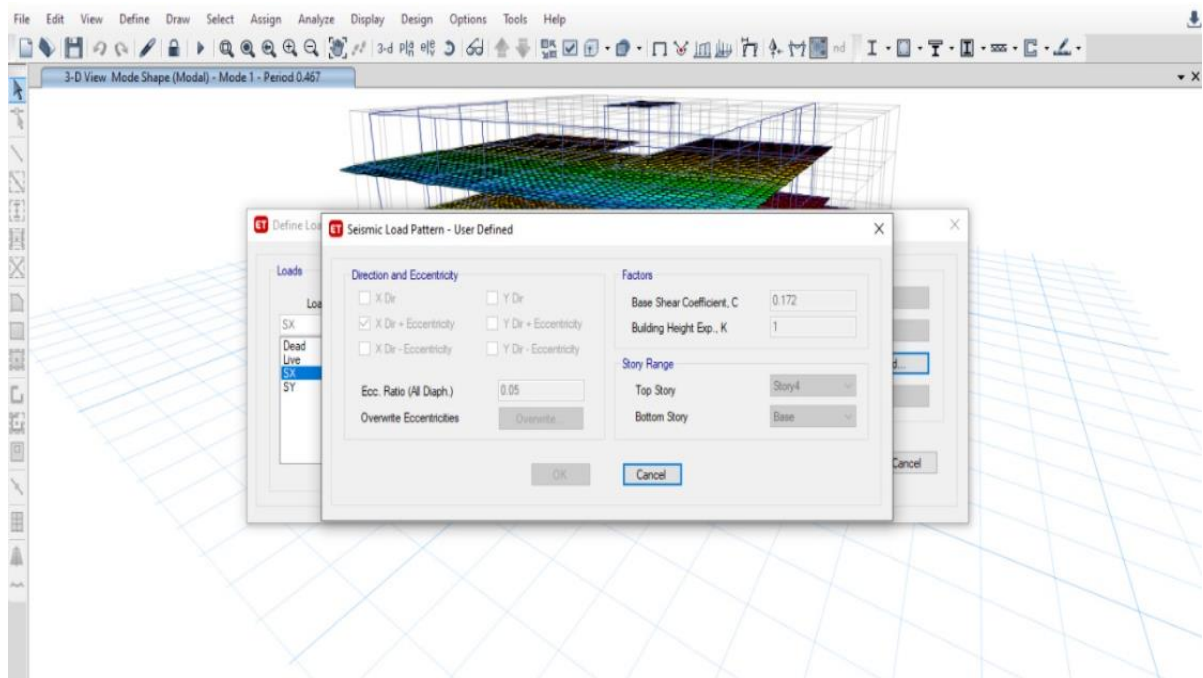


Figura 3.4 Ingreso de coeficientes C y K en el programa de análisis estructural

Fuente: Bonifaz y Solano

ET Base Reactions

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Base React

Filter:

	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	FX tonf	FY tonf
	Modal	LinModEigen	Mode	9	0.0228	0.0293
	Modal	LinModEigen	Mode	10	-0.0624	-0.2773
	Modal	LinModEigen	Mode	11	-0.5718	-0.094
	Modal	LinModEigen	Mode	12	0.1243	-0.8897
	SX	LinStatic			-100.5425	0
	SY	LinStatic			0	-100.5425

Figura 3.5 Cortante basal de la edificación en ambas direcciones

Fuente: Bonifaz y Solano

3.1.8 Ingreso de propiedades de la edificación en software de análisis estructural

El modelo completo de la estructura fue realizado en un software de análisis estructural, para ello fue necesario ingresar las propiedades de los elementos y las cargas conforme a los planos, además, se consideró los criterios establecidos por la NEC en cuanto a la modificación de ciertos factores. En la siguiente sección se presenta el proceso llevado a cabo en cuanto al ingreso de datos:

- **Ingreso de materiales y propiedades de sección**

Los materiales empleados fueron hormigón con resistencia $f_c=185$ kg/cm² y acero con una fluencia $f_y=4200$ kg/cm². Las secciones transversales de vigas y columnas se ingresaron conforme a lo indicado en los planos, a su vez se modificó la inercia en el eje 2-2 y 3-3 de acuerdo a lo indicado en la sección 6.1.6 de la NEC-SE-DS.

Las vigas se ingresan con una inercia agrietada de $0.5 I_g$ en la dirección 2-2, mientras que las columnas se ingresaron con una inercia agrietada de $0.8 I_g$ en los ejes 2-2 y 3-3.

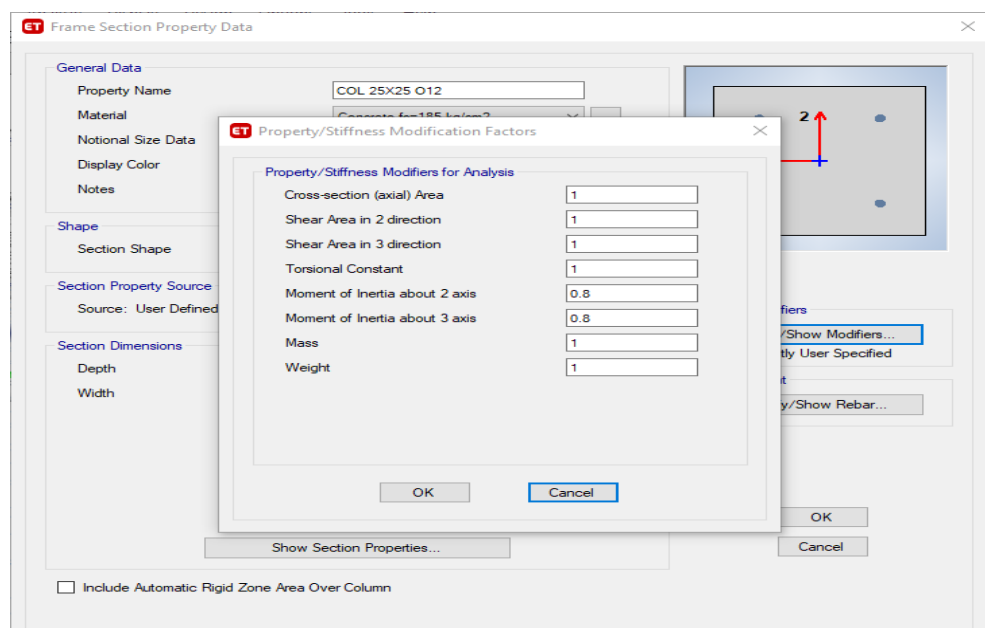


Figura 3.6 Modificación de inercia en columnas

Fuente: Bonifaz y Solano

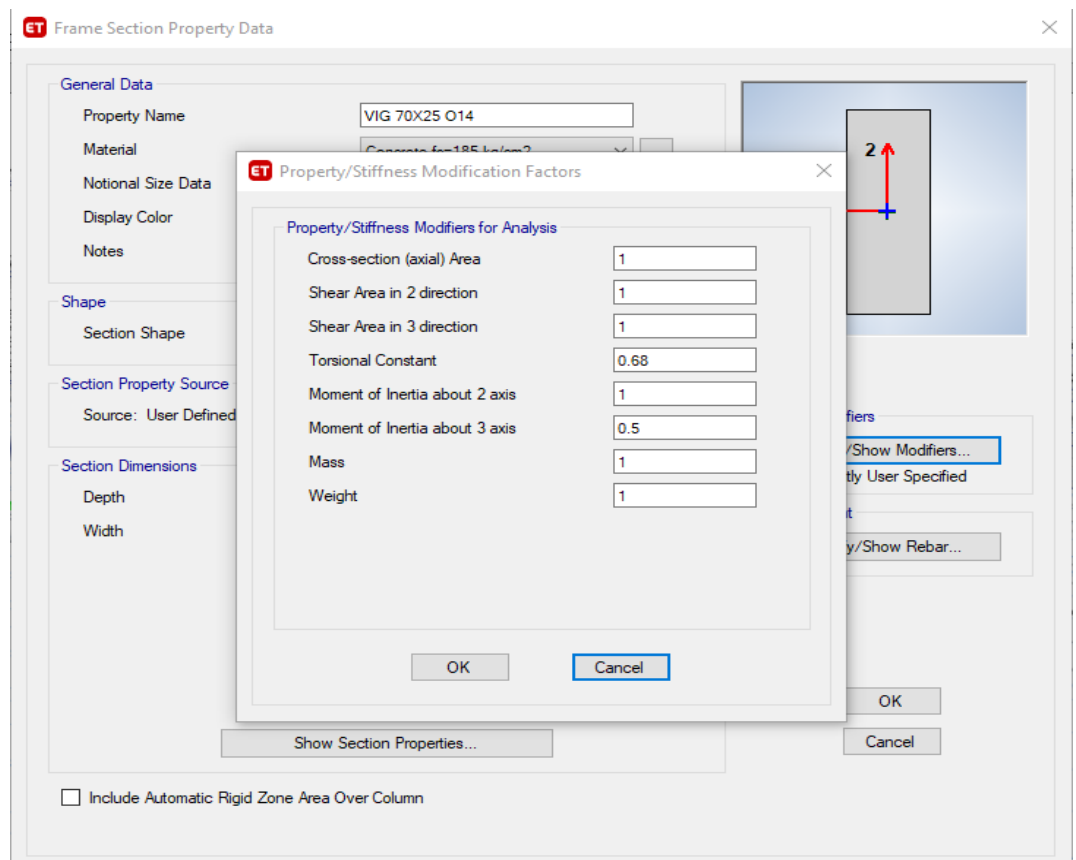


Figura 3.7 Modificación de inercia en vigas

Fuente: Bonifaz y Solano

- **Ingreso de cargas**

En la sección 3.1.6 del presente proyecto se obtuvo las cargas vivas y muertas correspondientes a la edificación, la sección 3.4.3 de la NEC-SE-DS establece que dichas cargas deben ser mayoradas de acuerdo a las siguientes combinaciones:

$$1,4 D$$

$$1,2 D + 1,6 L + 0,5 \max [Lr; S; R]$$

$$1,2 D + 1,6 \max [Lr; S; R] + 0,5 \max [Lr; 0,5W]$$

$$1,2 D + 1,0 W + L + 0,5 \max [Lr; S; R]$$

$$1,2 D + 1,0 E + L + 0,2S$$

$$0,9 D + 1,0 W$$

$$0,9 D + 1,0 E$$

Donde

D: Carga permanente

E: Carga de sismo

L: Sobrecarga (carga viva)

Lr: Sobrecarga cubierta (carga viva)

S: Carga de granizo

W: Carga de viento

Para el presente proyecto no se están considerando las cargas de viento ni granizo. En la figura 3.8 se muestra el proceso llevado a cabo para ingresar las cargas en el programa.

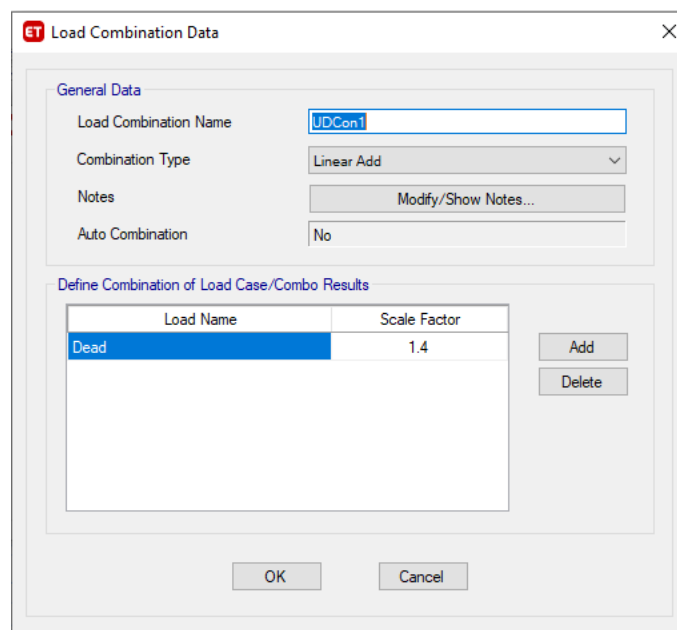


Figura 3.8 Ingreso combinación de carga 1.4 D

Fuente: Bonifaz y Solano

- **Asignación de diafragmas rígidos y restricciones**

En cada piso de la edificación se asignó un diafragma rígido, garantizando así que todos los elementos estructurales actúen como un solo cuerpo en conjunto con la losa durante un evento sísmico.

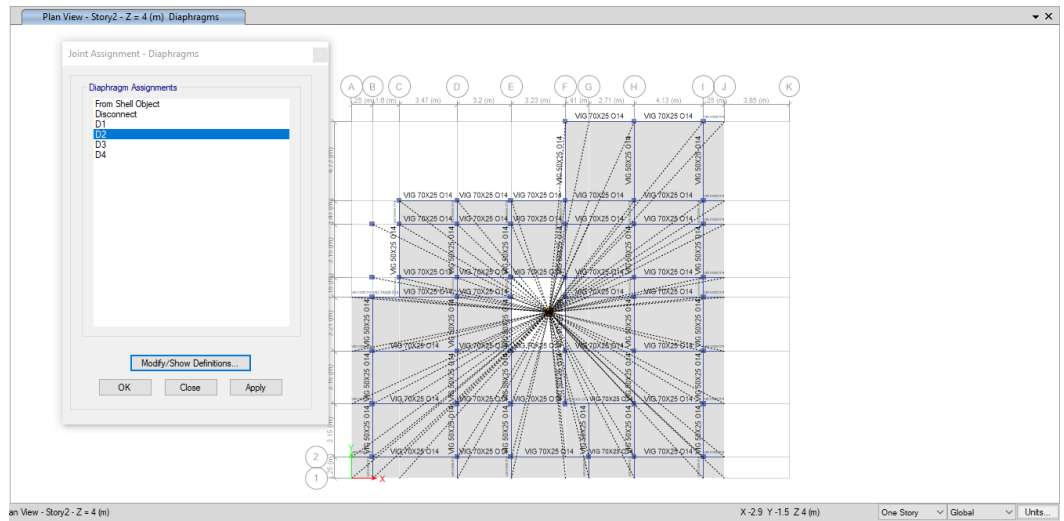


Figura 3.9 Asignación de diafragma rígido

Fuente: Bonifaz y Solano

De igual manera se procedió a rigidizar la unión viga-columna con un factor de 0,5.

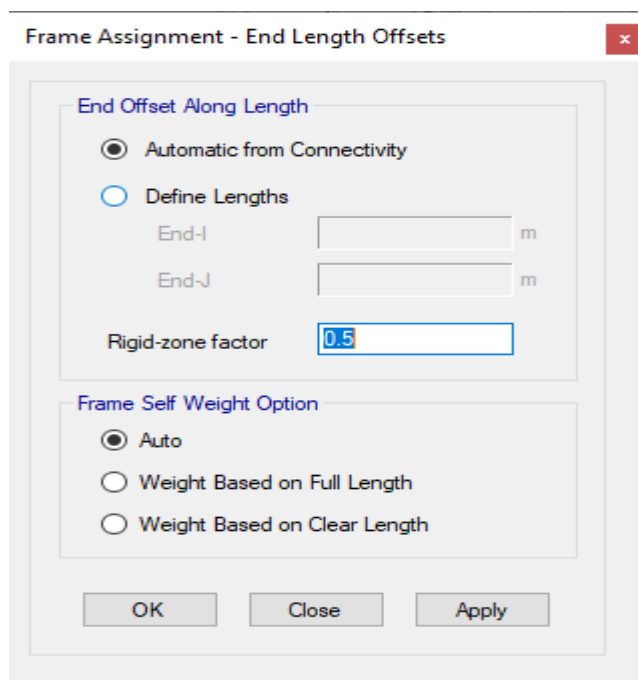


Figura 3.10 Asignación de nodo rígido en la unión viga – columna

Fuente: Bonifaz y Solano

Se consideró un empotramiento en las columnas de la base de la edificación, simulando así la interacción con el suelo.

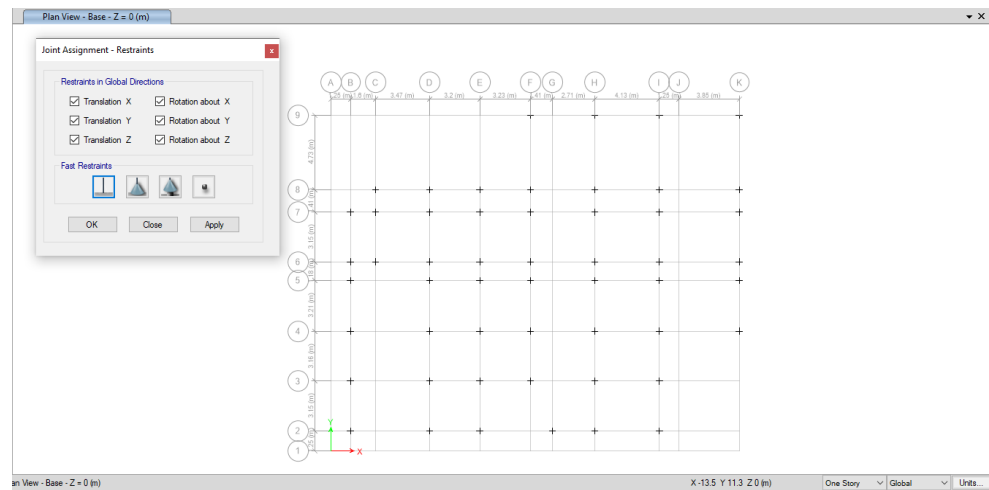


Figura 3.11 Asignación de empotramientos en la base de la edificación

Fuente: Bonifaz y Solano

3.1.9 Análisis estructural

Para realizar el análisis de la estructura se hizo énfasis en 4 aspectos claves:

- Derivas admisibles
- Deformación por carga de servicio
- Modos de vibración
- Criterio columna fuerte – viga débil

Derivas admisibles: La sección 4.2.2 de la NEC-SE-DS establece un límite permisible para las derivas de entrepiso, no obstante, se debe considerar que estos valores corresponden a una deriva inelástica, por lo cual se debe llevar la deriva elástica obtenida en el software a una inelástica para realizar la comparación respectiva.

Tabla 3.15 Valores admisibles de derivas

Fuente: (NEC-SE-DS, 2015)

Estructuras de:	Δ_{el} máxima (sin unidad)
Hormigón armado, estructuras metálicas y de madera	0.02
De mampostería	0.01

En las Figuras 3.6 y 3.7 se muestran las derivas elásticas de la edificación existente tanto en el eje y como en el eje x respectivamente. Para el eje y (figura 3.6) la máxima deriva obtenida es 0.00203, mientras que para el eje x (figura 3.7) se obtuvo una deriva máxima de 0.00207.

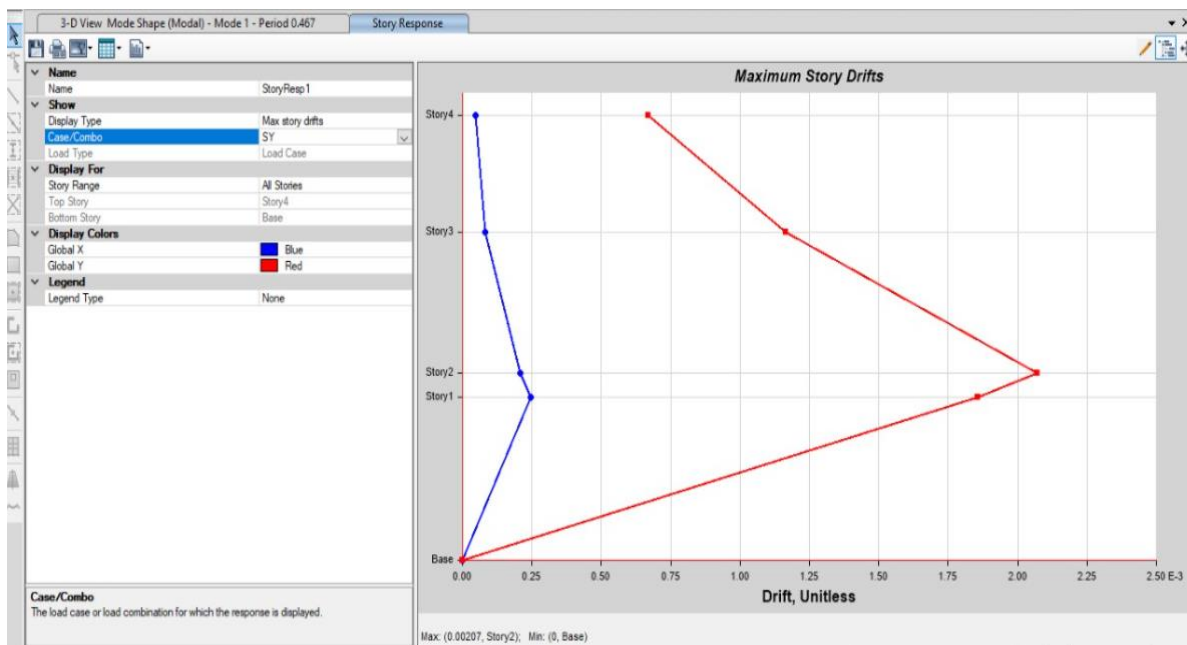


Figura 3.12 Derivas debido a la fuerza sísmica en el eje y

Fuente: Bonifaz y Solano

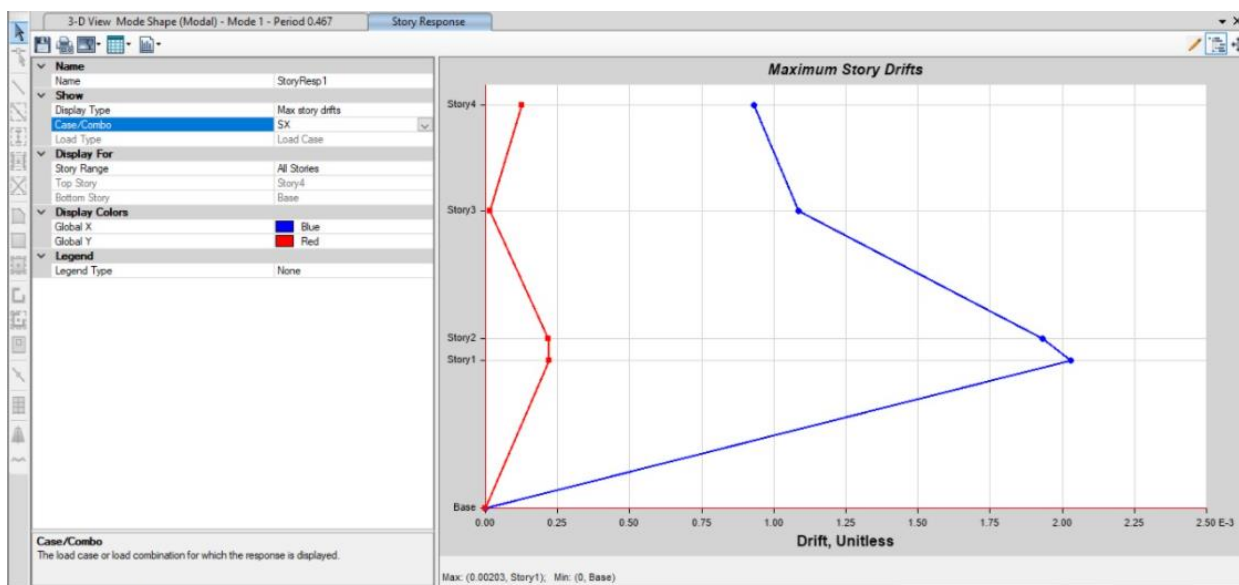


Figura 3.13 Derivas debido a la fuerza sísmica en el eje x

Fuente: Bonifaz y Solano

La conversión de deriva elástica a inelástica se realiza con la ecuación mostrada a continuación:

(Ec. 7)

$$\Delta_M = 0.75 * Deriva\ elástica * R$$

En la siguiente tabla se muestran las derivas máximas en cada piso y si estas cumplen con el máximo permitido.

Tabla 3.16 Derivas de la estructura en ambas direcciones

Fuente: Bonifaz y Solano

Piso	Eje x			Eje y		
	Deriva elástica	Deriva inelástica	<0.02	Deriva elástica	Deriva inelástica	<0.02
1	0,00203	0,01218	OK	0,00186	0,01116	OK
2	0,00193	0,01158	OK	0,00207	0,01242	OK
3	0,00108	0,00648	OK	0,00117	0,00702	OK
4	0,000931	0,005586	OK	0,00067	0,00402	OK

Deformación por carga de servicio: La Normativa ACI-318 14 establece un límite de deformación para los elementos estructurales durante la aplicación de la carga de servicio. La tabla 24.2.2 de la misma sección proporciona valores límites de deflexión para los diferentes miembros estructurales.

Tabla 3.17 Deflexión máxima admisible

Fuente: (ACI 318SUS-14, 2014)

Miembro	Condición		Deflexión considerada	Límite de deflexión
Cubiertas planas	Que no soporten ni estén ligados a elementos no estructurales susceptibles de sufrir daños debido a deflexiones grandes		Deflexión inmediata debida a L_r , S y R	$l/180^{(1)}$
Entrepisos			Deflexión inmediata debida a L	$l/360$
Cubiertas o entrepisos	Soporten o están ligados a elementos no estructurales	Susceptibles de sufrir daños debido a deflexiones grandes.	La parte de la deflexión total que ocurre después de la unión de los elementos no estructurales (la suma de la deflexión a largo plazo debida a todas las cargas permanentes, y la deflexión inmediata debida a cualquier carga viva adicional) ⁽²⁾	$l/480^{(3)}$
		No susceptibles de sufrir daños debido a deflexiones grandes.		$l/240^{(4)}$

La deflexión admisible se calcula con $l/360$ para los miembros de entrepiso, donde l es la longitud del elemento en cuestión. Para el caso más crítico la deflexión permisible es la siguiente:

(Ec. 8)

$$Deflexión\ admisible = \frac{l}{360}$$

$$Deflexión\ admisible = \frac{6.4\ m}{360}$$

$$Deflexión\ admisible = 0,017\ m$$

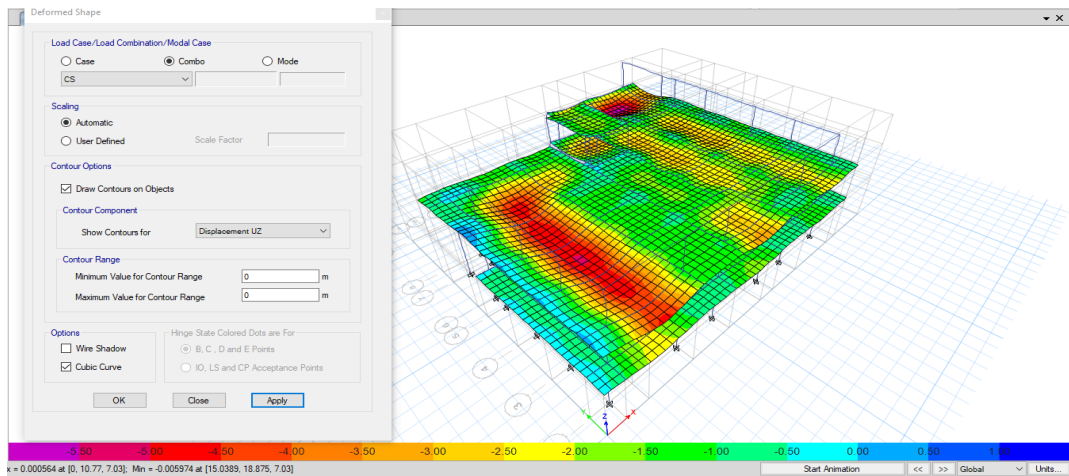


Figura 3.14 Desplazamiento por cargas de servicio

Fuente: Bonifaz y Solano

Como se puede observar en la tabla 3.14 la deflexión máxima es de 0,00597 m, lo cual no excede a la deformación admisible calculada que es de 0,017 m.

Modos de vibración: Se espera que una estructura presente sus dos primeros modos de vibración traslaciones ya sea en dirección x o y, dependiendo de la dirección del sismo. A partir del tercer modo de vibración se aceptan movimientos rotacionales en la estructura.

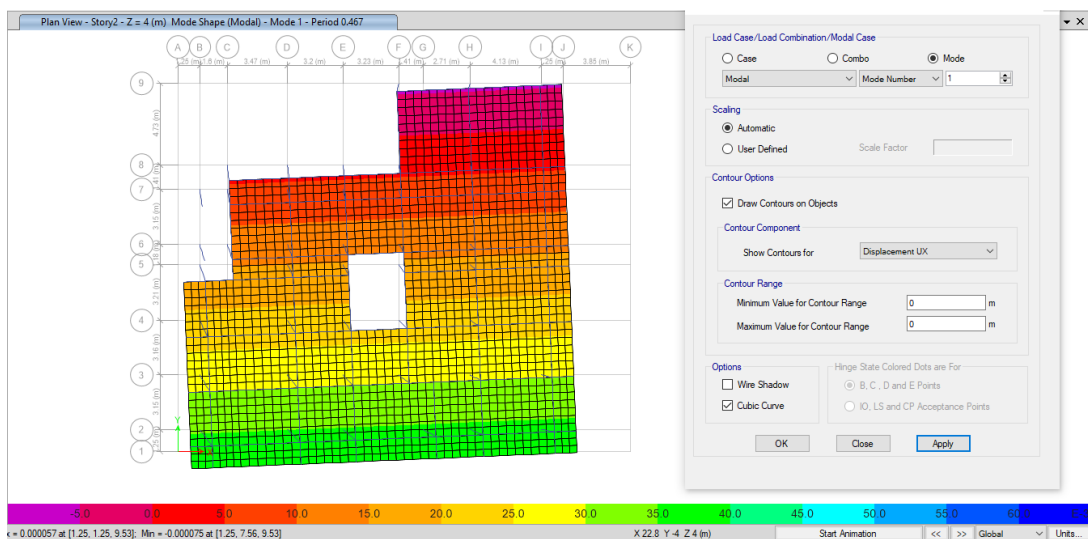


Figura 3.15 Primer modo de vibración de la estructura

Fuente: Bonifaz y Solano

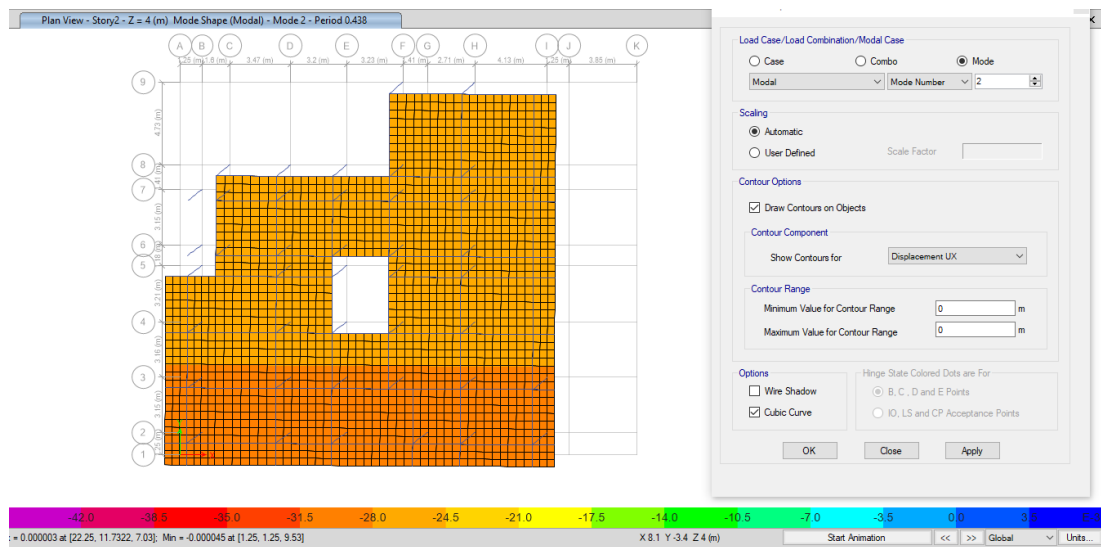


Figura 3.16 Segundo modo de vibración de la estructura

Fuente: Bonifaz y Solano

En las figuras 3.15 y 3.16 se observa que los dos primeros modos de vibración de la estructura no son traslacionales, sino que presentan rotación en su movimiento. La razón de que el movimiento de la estructura no sea traslacional en sus dos primeros modos de vibración, se debe a dos factores importantes: la configuración geométrica de la edificación y la ubicación del centro de rigidez.

Al no poseer una geometría regular ni simétrica, la estructura tiende a presentar movimiento rotacional debido a la inercia en sus dos ejes principales. De igual manera, dado que en ciertas zonas se concentran más columnas, la ubicación del centro de rigidez se verá desplazado en esa dirección y ocasionará un movimiento rotacional durante un evento sísmico.

Criterio columna fuerte – viga débil: Al ocurrir un movimiento sísmico, se espera que la estructura presente fallas, no obstante, se debe realizar el diseño de tal forma que estas fallas se lleven a cabo en las vigas y no en las columnas, para ello es necesario que la rótula plástica se forme en la viga. Para cumplir con este criterio, la normativa ACI 318-14 en la sección

18.7.3.2 establece que el momento nominal de las columnas debe ser mayor a 1.2 veces el momento nominal en las vigas para un determinado nodo.

(Ec. 9)

$$\sum M_{nc} \geq (6/5) \sum M_{nb}$$

Donde:

M_{nc} : Momento nominal en columnas

M_{nb} : Momento nominal en vigas

En la siguiente tabla se muestran los momentos nominales para las diferentes uniones vigas-columnas en el caso más crítico de cada piso.

Tabla 3.18 Criterio columna fuerte - viga débil correspondiente a la edificación

Fuente: Bonifaz y Solano

Viga	Columna	Mnv [T-m]	Mnc [T-m]	Criterio
V25x70	C30x30	32,62	8,30	NO OK
V25x50	C30X30	22,26	8,30	NO OK
V20x40	C30X30	12,66	6,78	NO OK
V20x45	C30x30	14,56	6,78	NO OK
V20x50	C30X30	16,46	7,80	NO OK
v20x60	C30X30	20,26	7,80	NO OK
V30x45	C30x30	19,82	6,02	NO OK

Dado que las vigas poseen un mayor peralte que la dimensión de la columna, era de esperarse que la edificación no cumpliera con el criterio de columna fuerte - viga débil.

3.2 Diseño estructural de la nueva edificación

3.2.1 Predimensionamiento

Para el predimensionamiento de los elementos estructurales, se tomó en consideración el plano arquitectónico proporcionado por el GAD Provincial de El Oro donde consta el diseño del nuevo edificio que se construirá en la zona.

Vigas: Para obtener las dimensiones de las vigas se calculó el momento que generarán las cargas vivas y muertas, además se incluyó un factor para considerar los efectos del sismo. A continuación, se muestra el proceso llevado a cabo para el cálculo de dimensiones:

$$\text{Longitud de la viga } (L) = 4,15 \text{ m}$$

$$\text{Dimensiones de la columna} = 30 \times 30 \text{ cm}$$

$$\text{recubrimiento}(r) = 4 \text{ cm}$$

$$\phi_{est} = 10 \text{ mm}$$

$$F_{pp \text{ sismo}} = 1,15$$

$$\text{Carga última } (Wu) = 1,25 \frac{T}{m^2}$$

$$1/2 \text{ de distancia con la viga adyacente 1 } (L1) = 1,61 \text{ m}$$

$$1/2 \text{ de distancia con la viga adyacente 2 } (L2) = 1,58 \text{ m}$$

Carga lineal

(Ec. 10)

$$\text{Carga última lineal } (WuR) = wu * (L1 + L2)$$

$$WuR = 1,25 * (1,61 + 1,58)$$

$$WuR = 3,99 \frac{T}{m^2}$$

Momento último

(Ec. 11)

$$Mu = \frac{(WuR) * L^2}{10 * F_{pp \text{ sismo}}}$$

$$Mu = \frac{(3,99) * (4,15 - 0,3)^2}{10 * 1,15}$$

$$Mu = 6,8 \text{ T} - \text{m}$$

Se asume la dimensión de la base del elemento (b)

$$b = 25 \text{ cm}$$

Cálculo de peralte efectivo (d)

(Ec. 12)

$$d = \sqrt{\frac{Mu}{0,145 * b * f'c}}$$
$$d = \sqrt{\frac{6,8 * 10^5}{0,145 * 25 * 210}}$$
$$d = 29,88 \text{ cm}$$

Cálculo de peralte (h)

Para ello se asume una varilla de refuerzo longitudinal de 20 mm tanto arriba como debajo de la viga.

(Ec. 13)

$$h = d + \phi_{est} + r + \frac{\phi_{varilla \text{ long}}}{2}$$
$$h = 29,88 + 1 + 4 + \frac{2}{2}$$
$$h = 35,88 \text{ cm}$$
$$h \text{ adoptado} = 40 \text{ cm}$$

Cálculo de acero superior (As sup)

[sección 9.5.4.5 ACI 318 14]

(Ec. 14)

$$As = \frac{Mu}{0.9 * As * fy * (d - \frac{a}{2})}$$

Asumiendo que $d - \frac{a}{2} = 0.9 d$

$$As = \frac{Mu}{0.9 * As * fy * (0.9 d)}$$

Transformando el momento de kg-cm a T-m

$$As = \frac{Mu * 100000}{0.9^2 * As * 4200 * d}$$

$$As = \frac{29,39 Mu}{d}$$

$$As \text{ sup} = \frac{29,39 * 6,8}{29,88}$$

$$As \text{ sup} = 5,88 \text{ cm}^2$$

2 varillas \emptyset 20 mm

Cálculo Acero inferior

$$As \text{ inf} = 0,5 As \text{ sup}$$

$$As \text{ inf} = 0,5 * 5,88$$

$$As \text{ inf} = 2,94 \text{ cm}^2$$

2 varillas \emptyset 14 mm

Viga de 25x40 cm

Columnas: Para el predimensionamiento de las columnas se consideró el mayor de los siguientes 3 valores, a fin de que la columna cumpla con una longitud de desarrollo adecuada, criterio columna fuerte – viga débil y la

dimensión mínima establecida por la NEC-SE-DS. La longitud de desarrollo (Ldh), se calcula como 20 veces el diámetro de la varilla transversal según la sección 18.8.2.3 del ACI 318 14

(Ec. 15)

$$\max \left\{ \begin{array}{l} ldh + r + \phi_{est} \\ h_{viga} \\ 30 \end{array} \right\}$$

18.8.2.3 ACI 318 14

$$\max \left\{ \begin{array}{l} 20 * (1,8) + 4 + 1 \\ 40 \\ 30 \end{array} \right\}$$

El máximo obtenido es 41 cm, sin embargo, se redondea al valor superior más cercano 45 cm

Columna 45x45 cm

Losa: Se estableció un espesor mínimo para el prediseño de la losa, considerando la tabla 8.3.1.1 del ACI 318 14 para espesores mínimos de losas no preesforzadas en dos direcciones sin vigas interiores:

Tabla 3.19 Espesores mínimos de losas en 2 direcciones

Fuente: (ACI 318SUS-14, 2014)

f_y lb./pulg. ² [2]	Sin ábacos ^[3]			Con ábacos ^[3]		
	Paneles exteriores		Paneles interiores	Paneles exteriores		Paneles interiores
	Sin vigas de borde	Con vigas de borde ^[4]		Sin vigas de borde	Con vigas de borde ^[4]	
40,000	$\frac{\ell_n}{33}$	$\frac{\ell_n}{36}$	$\frac{\ell_n}{36}$	$\frac{\ell_n}{36}$	$\frac{\ell_n}{40}$	$\frac{\ell_n}{40}$
60,000	$\frac{\ell_n}{30}$	$\frac{\ell_n}{33}$	$\frac{\ell_n}{33}$	$\frac{\ell_n}{33}$	$\frac{\ell_n}{36}$	$\frac{\ell_n}{36}$
75,000	$\frac{\ell_n}{28}$	$\frac{\ell_n}{31}$	$\frac{\ell_n}{31}$	$\frac{\ell_n}{31}$	$\frac{\ell_n}{34}$	$\frac{\ell_n}{34}$

(Ec. 16)

$$h = \frac{ln}{33}$$
$$h = \frac{(5,173 - 0,55)}{33}$$
$$h = 0,14 \text{ m}$$
$$h = 14 \text{ cm}$$

El equivalente de una losa maciza de 14,5 cm es una nervada de 20 cm, este será el espesor que se empleará para el predimensionamiento.

Una vez colocados las vigas, columnas y losas en el software de análisis estructural, se realizó la simulación de la estructura para verificar su comportamiento durante un sismo; debido a que los dos primeros modos no eran traslacionales, se modificó ciertas secciones en la estructura de tal forma que se modificara el comportamiento para dichos modos de vibración y se obtuvieran movimientos traslacionales. En las siguientes tablas se muestran las diferentes secciones de vigas y columnas usadas en la estructura:

Tabla 3.20 Dimensiones de los elementos estructurales empleados

Fuente: Bonifaz y Solano

Vigas	Columnas	Losas
V30x35	C55x55	14,5 cm
V30x40	C50x50	
V30x35	C45x45	18,06 cm
V25x30	C35x35	

3.2.2 Diseño de vigas

Revisar dimensiones de secciones

ACI 318-14 sección 18.6.2.1

(Ec. 17)

$$P_u \text{ es despreciable} \rightarrow P_u < \frac{A_g f'c}{10}$$

$$P_u < \frac{300 \times 350 \times 210}{1000}$$

$$0 < 22050 T$$

(Ec. 18)

$$\frac{l_n}{d} > 4$$

$$\frac{4,544 * 1000}{290} > 4$$

$$15,67 > 4$$

OK

(Ec. 19)

$$b_w = \text{Ancho} = \text{menor} \begin{cases} > 250 \text{ mm} \\ > 0,3h \end{cases}$$

$$b_w = \text{menor} \begin{cases} > 250 \text{ mm} \\ > 0,3 * 350 \text{ mm} \end{cases}$$

$$b_w = 105 \text{ mm}$$

OK

(Ec. 20)

$$b_w < c_2 + \text{menor} \begin{cases} 2c_2 \\ 1,5c_1 \end{cases}; \text{ donde } c_1 \text{ y } c_2 \text{ son dimensiones de columna}$$

$$\text{menor} \begin{cases} 2(550) = 1100 \text{ mm} \\ 1,5(550) = 825 \text{ mm} \end{cases}$$

$$b_w < 550 \text{ mm} + 825 \text{ mm}$$

$$300 \text{ mm} < 1375 \text{ mm}$$

OK

Refuerzo requerido a flexión

ACI 318-14 sección 18.6.3.2

(Ec. 21)

$$A_{s \text{ req}} = \frac{M_u}{0,9^2 d f_y}$$

$$A_{s \text{ req}} = \frac{2,0288 * 100}{0,9^2 (29) (4200/1000)}$$

$$A_{s \text{ req}} = 2,06 \text{ cm}^2$$

Refuerzo calculado

Asumiendo varillas longitudinales $\varnothing=18\text{mm}$

(Ec. 22)

$$\# \text{ varillas} = \frac{2,06}{\frac{\pi}{4} * (1.8)^2} = 0.81$$

Refuerzo adoptado

Se adoptarán 3 varillas con $\varnothing=18\text{mm}$

$$As \text{ adoptado} = 3 * \frac{\pi}{4} * (1.8)^2$$

$$As \text{ adoptado} = 7,6 \text{ cm}^2$$

Momento nominal

(Ec. 23)

$$\phi Mn = \phi b_w^2 f'c w (1 - 0,59w)$$

$$w = \frac{As fy}{b d f'c}$$

$$w = \frac{7,6 * 4200}{30 * 29 * 210} = 0,175$$

$$\phi Mn = 0,9 * 30^2 * 210 * 0,175 (1 - 0,59(0,175))$$

$$\phi Mn = 7,48 \text{ T - m}$$

Cuantía

(Ec. 24)

$$\rho = \frac{As}{b d}$$

$$\rho = \frac{7,6}{30 * 29}$$

$$\rho = 0,009$$

$$\rho_{min} < \rho < \rho_{m\acute{a}x}$$

$$\rho_{m\acute{a}x} = 0.025$$

(Ec. 25)

$$\rho_{min} \begin{cases} 14/f_y \\ \frac{0.8\sqrt{f'c}}{f_y} \end{cases}$$

$$\rho_{min} \begin{cases} 14/4200 \\ \frac{0.8\sqrt{210}}{4200} \end{cases}$$

$$\rho_{min} \begin{cases} 3,33 \times 10^{-3} \\ 2,76 \times 10^{-3} \end{cases}$$

$$0,00276 < 0,009 < 0,025$$

OK

Separación

(Ec. 26)

$$S = \frac{bw - 2(re) - 2\phi_{est} - n^{\circ} \text{ varillas} * \phi_{varilla}}{n^{\circ} \text{ varillas} - 1}$$

$$S = \frac{30 - 2(4) - 2(1) - 3(1,8)}{3 - 1}$$

$$S = 7,3 \text{ cm} = 2,87 \text{ in}$$

$$1 \text{ in} < S < 6 \text{ in} \quad OK$$

Calcular la longitud requerida de anclaje del refuerzo a flexión en la columna exterior

ACI 318-14 sección 18.8.5.1

(Ec. 27)

$$l_{ah} = \frac{f_y d_b}{17,2\sqrt{f'c}}$$

$$l_{ah} = \frac{4200 d_b}{17,2\sqrt{210}}$$

$$l_{ah} = 16,85 d_b$$

$$l_{ah} = 16,85(1,8)$$

$$l_{ah} = 30,33 \text{ cm} \approx 31 \text{ cm}$$

$$\begin{cases} l_{dh} > 8(1,8) \\ l_{dh} > 15 \text{ cm} \end{cases}$$

$$31 > 14,4 \text{ o } 15 \text{ cm}$$

$$l_{dh} = 31 \text{ cm}$$

OK

Tabla 3.21 Acero dispuesto para viga 30x35

Fuente: Bonifaz y Solano

Localización	Mu (Ton-m)	As, req (cm ²)	Refuerzo Calculado		Refuerzo Adoptado		As, disp (cm ²)	φMn (Ton-m)	ρ	Separación varillas (plg) (1" < s < 6")	Ldh (cm)
			#var	φvar (mm)	#var	φvar (mm)					
Apoyo exterior negativo	-2,0288	-2,06	0,81	18	3	18	7,6	7,48	0,009	2,87	31
Apoyo exterior positivo	1,2257	1,24	0,62	16	3	16	6,0	6,08	0,007	2,99	27
Negativo (centro)	0,5066	0,51	0,20	18	3	18	7,6	7,48	0,009	2,87	31
Positivo (centro)	0,8193	0,83	0,41	16	3	16	6,0	6,08	0,007	2,99	27
Apoyo interior negativo	-4,2736	-4,33	1,70	18	3	18	7,6	7,48	0,009	2,87	31
Apoyo interior positivo	-1,3305	-1,35	0,67	16	3	16	6,0	6,08	0,007	2,99	27

Refuerzo al cortante

ACI 318-14 sección 18.7.6

Calcular M_{pr} para sismo de izquierda a derecha, y de derecha a izquierda

DMF combinado; sismo de izquierda a derecha:

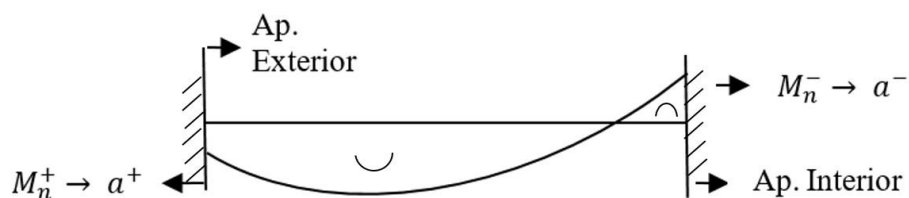


Figura 3.17 DMF combinado sismo de izquierda a derecha

Fuente: Rojas, P. (2020)

(Ec. 28)

$$a^- = \frac{As(1,25 fy)}{0,85f'cb}$$

$$a^- = \frac{7,6(1,25 (4200/1000))}{0,85 * \left(\frac{210}{1000}\right) * \left(\frac{300}{10}\right)}$$

$$a^- = 7,48 \text{ cm}$$

(Ec. 29)

$$Mpr- = As(1,25 fy) \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$Mpr- = \frac{7,6 \left(1,25 \left(\frac{4200}{1000}\right)\right) \left(\left(40 - 4 - 1 - \left(\frac{1,8}{2}\right)\right) - \frac{7,48}{2}\right)}{100}$$

$$Mpr- = 10,16 \text{ T - m}$$

$$a^+ = \frac{As(1,25 fy)}{0,85f'cb}$$

$$a^+ = \frac{6(1,25 (4200/1000))}{0,85 * \left(\frac{210}{1000}\right) * \left(\frac{300}{10}\right)}$$

$$a^+ = 7,1 \text{ cm}$$

$$Mpr+ = As(1,25 fy) \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$Mpr+ = \frac{7,6 \left(1,25 \left(\frac{4200}{1000}\right)\right) \left(\left(40 - 4 - 1 - \left(\frac{1,6}{2}\right)\right) - \frac{7,1}{2}\right)}{100}$$

$$Mpr+ = 8,12 \text{ T - m}$$

DMF combinado; sismo de derecha a izquierda:

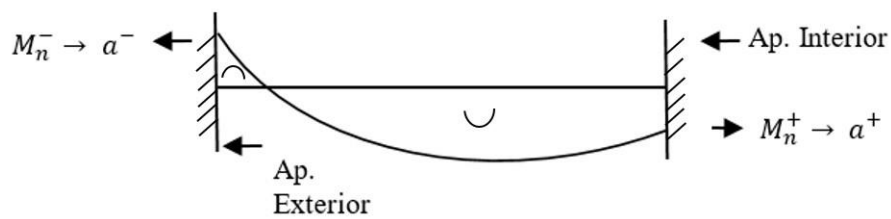


Figura 3.18 DMF combinado sismo de derecha a izquierda

Fuente: Rojas, P. (2020)

$$a^- = \frac{As(1,25 fy)}{0,85f'c b}$$

$$a^- = \frac{7,6(1,25 (4200/1000))}{0,85 * \left(\frac{210}{1000}\right) * \left(\frac{300}{10}\right)}$$

$$a^- = 7,48 \text{ cm}$$

$$Mpr- = As(1,25 fy) \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$Mpr- = \frac{7,6 \left(1,25 \left(\frac{4200}{1000}\right)\right) \left(\left(40 - 4 - 1 - \left(\frac{1,8}{2}\right)\right) - \frac{7,48}{2}\right)}{100}$$

$$Mpr- = 10,16 \text{ T - m}$$

$$a^+ = \frac{As(1,25 fy)}{0,85f'c b}$$

$$a^+ = \frac{6(1,25 (4200/1000))}{0,85 * \left(\frac{210}{1000}\right) * \left(\frac{300}{10}\right)}$$

$$a^+ = 7,1 \text{ cm}$$

$$M_{pr+} = A_s(1,25 f_y) \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$M_{pr+} = \frac{7,6 \left(1,25 \left(\frac{4200}{1000}\right)\right) \left(\left(40 - 4 - 1 - \left(\frac{1,6}{2}\right)\right) - \frac{7,1}{2}\right)}{100}$$

$$M_{pr+} = 8,12 \text{ T} - m$$

Fuerzas cortantes de diseño

Carga gravitacional (1,2D+0,5L)

$$q = 1,2(0,3431) + 1,6(0,1128)$$

$$q = 0,47 \text{ T/m}$$

(Ec. 30)

$$V_g = \frac{q * l_n}{2}$$

$$V_g = \frac{0,47 * 4,544}{2}$$

$$V_g = 1,06 \text{ T}$$

OK

Sismo de izquierda a derecha

(Ec. 31)

$$V_{EQ} = \frac{M_{pr}^+ + M_{pr}^-}{l_n}$$

$$V_{EQ} = \frac{10,16 + 8,12}{4,544}$$

$$V_{EQ} = 4,02 \text{ T}$$

Carga gravitacional + sismo de izquierda a derecha

(Ec. 32)

$$V_e = V_g + V_{EQ} = V_u$$

$$V_u = 1,06 T + 4,02 T$$

$$V_u = 5,09 T$$

Determinar V_s

ACI 318-14 sección 18.7.6.2

(Ec. 33)

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{V_u}{2} > V_g \\ Pu < \frac{Ag * f'_c}{20} \end{array} \right. \rightarrow V_c = 0$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{5,09}{2} > 2,54 \\ 0 < 11,025 \end{array} \right.$$

$$V_c = 0$$

$$V_s < V_s \text{ máx}$$

$$V_s = \frac{V_u}{0,75}$$

$$V_s = \frac{5,09}{0,75}$$

$$V_s = 6,78 T$$

ACI 318-14 sección 9.7.6.2.2

(Ec. 34)

$$V_{s\text{ máx}} = 1.1\sqrt{f'c} * bw * d$$

$$V_{s\text{ máx}} = 1.1\sqrt{210} * 30 * 29$$

$$V_{s\text{ máx}} = 13,87 T$$

$$6,78 T < 13,87 T$$

OK

Determinar \emptyset estribo y s

ACI 318-14 sección 22.5.10.5.3

Se asumen estribos de 10 mm y 2 ramales

(Ec. 35)

$$s = \frac{Av * fy * d}{Vs}$$

$$s = \frac{2 * 0,785 * \left(\frac{4200}{1000}\right) * 29}{6,78}$$

$$s = 28,2 \text{ cm}$$

S max es el menor de:

ACI 318-14 sección 18.4.2.4

(Ec. 36)

$$\left\{ \begin{array}{l} d/4 \\ 8 d_b \text{ mín} \\ 24 \phi_e \\ 300 \text{ mm} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{29}{4} = 7,25 \text{ cm} \\ 8(1,6) = 12,8 \text{ cm} \\ 24(1) = 24 \text{ cm} \\ 30 \text{ cm} \end{array} \right.$$

S escogido = 12,5 cm

2 estribos $\emptyset 10$ c/125 mm

Tabla 3.22 Detalle de armado de vigas para cada planta

Fuente: Bonifaz y Solano

Dirección	Dimensión de viga	Punto Inicial	Punto final	Ln	Refuerzo superior izquierdo	Refuerzo superior derecho	Longitud de empalme	Refuerzo inferior	Estribos en extremo	Longitud de confinamiento en extremos	Estribos en centro
X	30X35	A	B	4,544 m	3 \emptyset 18	3 \emptyset 18	100 cm	3 \emptyset 16	1 \emptyset 10 c/5 cm	70 cm	1 \emptyset 10 c/12,5 cm
X	30X40	B	D	5,877m	3 \emptyset 18	3 \emptyset 18	90 cm	3 \emptyset 16	1 \emptyset 10 c/7,5 cm	80 cm	1 \emptyset 10 c/15 cm
X	30X35	D	E	3,601m	3 \emptyset 18	3 \emptyset 18	100 cm	3 \emptyset 16	1 \emptyset 10 c/5 cm	70 cm	1 \emptyset 10 c/12,5 cm
X	30X35	E	F	3,603m	3 \emptyset 18	3 \emptyset 18	100 cm	3 \emptyset 16	1 \emptyset 10 c/5 cm	70 cm	1 \emptyset 10 c/12,5 cm
X	25X30	F	G	5,024m	2 \emptyset 18	2 \emptyset 18	100 cm	2 \emptyset 16	1 \emptyset 10 c/5 cm	60 cm	1 \emptyset 10 c/10 cm
Y	30X40	1	2	5,937m	3 \emptyset 18	3 \emptyset 18	90 cm	3 \emptyset 16	1 \emptyset 10 c/7,5cm	80 cm	1 \emptyset 10 c/15cm
Y	30X35	2	3	4,464m	3 \emptyset 20	3 \emptyset 18	100 cm	3 \emptyset 16	1 \emptyset 10 c/5 cm	70 cm	1 \emptyset 10 c/12,5cm
Y	30X35	3	4	3,677m	3 \emptyset 18	3 \emptyset 18	100 cm	3 \emptyset 16	1 \emptyset 10 c/5 cm	70 cm	1 \emptyset 10 c/12,5cm
Y	30X35	4	5	4,623m	3 \emptyset 18	3 \emptyset 18	100 cm	3 \emptyset 16	1 \emptyset 10 c/5 cm	70 cm	1 \emptyset 10 c/12,5cm

3.2.3 Diseño de columnas

Columna de 55x55 interior ubicada en el primer piso

Carga axial máxima

ACI 318 14 sección 18.7.1

$$P_{u_{max}} = 70,4462$$

$$M_{u_{3-3}} = 11,879 \text{ T} - m$$

$$M_{u_{2-2}} = 12,996 \text{ T} - m$$

(Ec. 37)

$$P_u > \frac{A_g f'_c}{10}$$

$$Pu > \frac{(55 * 55) * 210}{10}$$

$$70,45 > 65,53 T$$

OK

Revisar dimensiones de la sección

Dimensión menor de la sección transversal > 30 cm

$$55 \text{ cm} > 30 \text{ cm}$$

OK

(Ec. 38)

$$\frac{\text{Dimensión menor de la sección transversal}}{\text{Dimensión perpendicular}} > 0.4$$

$$\frac{55 \text{ cm}}{55 \text{ cm}} > 0.4$$

$$1 > 0.4$$

OK

Determinar acero de refuerzo longitudinal

$$\emptyset = 0,75$$

$$h = 3,6 \text{ m}$$

$$e_{teo} = 0,05(3,6)$$

$$e_{teo} = 0,18 \text{ m}$$

$$e_{teo} = 0,254 \text{ m}$$

(Ec. 39)

$$e = \frac{Mu}{Pu} = \frac{\sqrt{(Mu_{3-3})^2 + (Mu_{2-2})^2}}{Pu}$$

$$e = \frac{\sqrt{(11,89)^2 + 12,997^2}}{70,462}$$

$$e = 0,25 \text{ m}$$

$e < e_{teo} \therefore$ Columna corta

$$\rho_{asum} = 1,2 \%$$

$$A_{st} = (1,2\%)(302500)$$

$$A_{st} = 3630 \text{ mm}^2$$

12 varillas $\varnothing=20$ cm

Criterio columna fuerte – viga débil

ACI 318 14 sección 18.7.3.2

Sentido E-O

Se debe incluir el reforzamiento a la resistencia nominal a flexión de la viga dentro de un ancho efectivo (b_{eff}) de losa igual al menor de los siguientes valores:

(Ec. 40)

$$\left\{ \begin{array}{l} (8 h_{losa}) + bw \\ \text{Longitud menor de la viga (N - S y E - O)} \\ \text{Longitud mayor de la viga (N - S y E - O)} \end{array} \right. / 4$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 1,46 \text{ m} \leftarrow \text{Controla} \\ 6,427 \text{ m} \\ 1,61 \text{ m} \end{array} \right.$$

$$A_{s_{\min}} = 0,0018 b_{eff} h$$

$$A_{s_{\min}} = 0,0018 (146)(14,5)$$

$$A_{s_{\min}} = 3,81 \text{ cm}^2$$

Se escoge $\varnothing 10 @ 29$ cm

$$29 \leq 2h$$

$$29 \leq 29 \quad \text{Cumple}$$

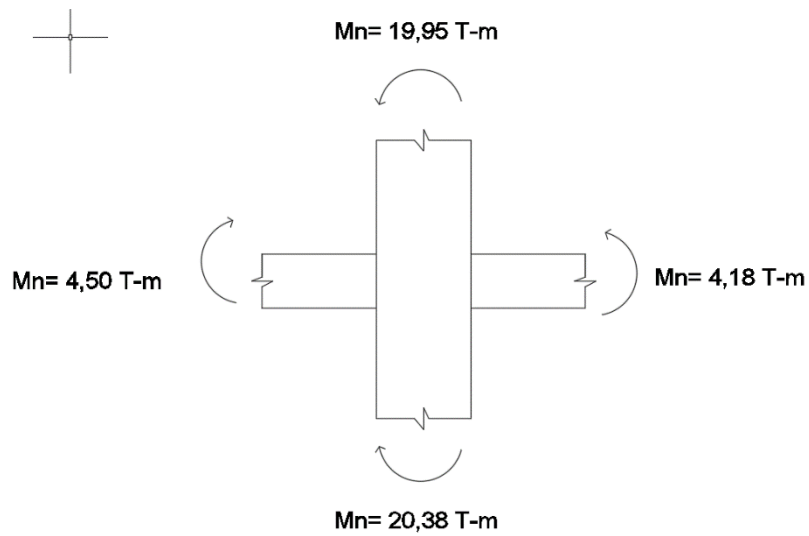


Figura 3.19 Momentos nominales unión viga-columna E-O

Fuente: Bonifaz y Solano

$$\sum M_{nc} \geq \frac{6}{5} \sum M_{nb}$$

$$(19,95 + 20,38) \geq \frac{6}{5} (4,50 + 4,18)$$

$$40,33 T - m \geq 10,41 T - m \quad OK$$

Sentido N-S

$$\left\{ \begin{array}{l} (8 h_{losa}) + bw \\ \text{Longitud menor de la viga (N - S y E - O)} \\ \text{Longitud mayor de la viga (N - S y E - O)} \end{array} \right. / 4$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 1,46 m \leftarrow \text{Controla} \\ 6,427 m \\ 1,61 m \end{array} \right.$$

$$A_{s_{\min}} = 0,0018 b_{eff} h$$

$$A_{s_{\min}} = 0,0018 (146)(14,5)$$

$$A_{s_{\min}} = 3,81 \text{ cm}^2$$

Se escoge $\varnothing 10 @ 29 \text{ cm}$

$$29 \leq 2h$$

$$29 \leq 29$$

Cumple

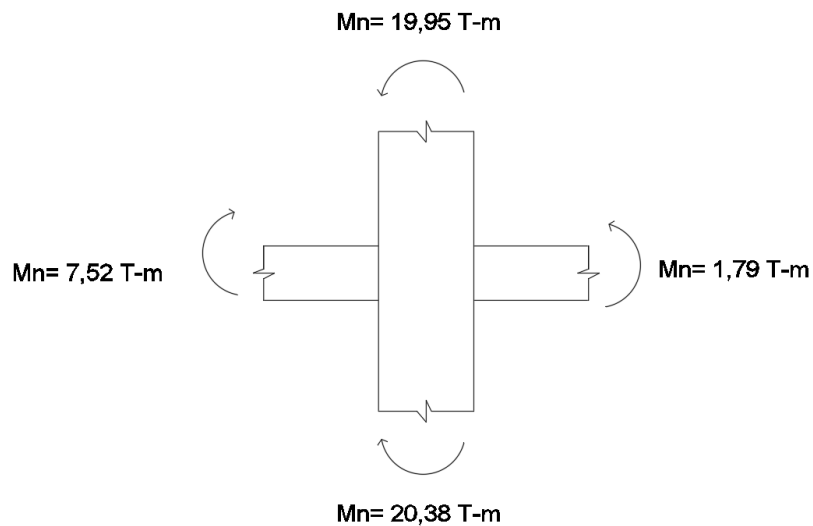


Figura 3.20 Momentos nominales unión viga-columna N-S

Fuente: Bonifaz y Solano

$$\sum M_{nc} \geq \frac{6}{5} \sum M_{nb}$$

$$(19,95 + 20,38) \geq \frac{6}{5} (7,52 + 1,79)$$

$$40,33 \text{ T} - \text{m} \geq 11,16 \text{ T} - \text{m} \quad OK$$

Refuerzo transversal

Refuerzo de confinamiento

ACI 318 14 sección 18.7.5.1

(Ec. 41)

$$l_o \geq \begin{cases} \text{peralte del elemento} \\ \frac{1}{6} \text{ de la luz libre} \\ 45 \text{ cm} \end{cases}$$
$$l_o \geq \begin{cases} 55 \text{ cm} \\ \frac{1}{6} (360) = 60 \text{ cm} \leftarrow \text{Controla} \\ 45 \text{ cm} \end{cases}$$

Espaciamiento máximo asumiendo estribos $\varnothing=12$ mm

Separación máxima

ACI 318 14 sección 18.7.5.3

(Ec. 42)

$$s \text{ máx} = \begin{cases} 0.25 * (\text{dimensión menor de la columna}) \\ 6 * (\text{diámetro de barra longitudinal}) \\ Sx = 10 + \frac{35 - hx}{3} \end{cases}$$

$$hx = \frac{h_{col} - 2 \left(rec + \varnothing_{est} + \frac{\varnothing_{varilla \text{ long}}}{2} \right)}{2}$$

$$hx = \frac{55 - 2 \left(4 + 1,2 + \frac{2}{2} \right)}{2}$$

$$hx = 24,5 \text{ cm}$$

$$s \text{ máx} = \begin{cases} 0,25 * (55) \\ 6 * (2) \\ Sx = 10 + \frac{35 - 24,5}{3} \end{cases}$$

$$s \text{ máx} = \begin{cases} 13,75 \text{ cm} \\ 12 \text{ cm} \leftarrow \text{controla} \\ S_x = 13,5 \text{ cm} \end{cases}$$

$s \text{ máx} > 10 \text{ cm}$ OK

Refuerzo transversal confinamiento

ACI 318 14 sección 18.7.5.4

(Ec. 43)

$$A_{sh} \geq \begin{cases} 0.3 (s)(hc) \left[\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right] \frac{f'_c}{f_y} \\ 0.09 (s)(hc) \frac{f'_c}{f_y} \end{cases}$$

$$hc = h_{col} - 2(rec)$$

$$hc = 55 - 2(4) = 47 \text{ cm}$$

$$A_{ch} = (hc)^2$$

$$A_{ch} = (47)^2$$

$$A_{ch} = 2209 \text{ cm}^2$$

$$A_{sh} \geq \begin{cases} 0.3 (12)(47) \left[\frac{(55 \times 55)}{2209} - 1 \right] \frac{210}{4200} \\ 0.09 (12)(47) \frac{210}{4200} \end{cases}$$

$$A_{sh} \geq \begin{cases} 3,13 \text{ cm}^2 \leftarrow \text{controla} \\ 2,54 \text{ cm}^2 \end{cases}$$

Colocando 3 ramales con estribos $\varnothing=12 \text{ mm}$

Refuerzo por cortante

ACI 318 14 sección 18.7.6.1

Factor de reducción de resistencia = 1

$$f_y = (1,25)(4200) = 5250 \frac{kg}{cm^2}$$

$M_b = 24,5 T - m$ ← Diagrama de interacción

Longitud viga (L) = 3,6 m

(Ec. 44)

$$V_u = \frac{2M_b}{L}$$

$$V_u = \frac{2(24,5)}{3,6}$$

$$V_u = 13,61 T$$

Dirección E-O

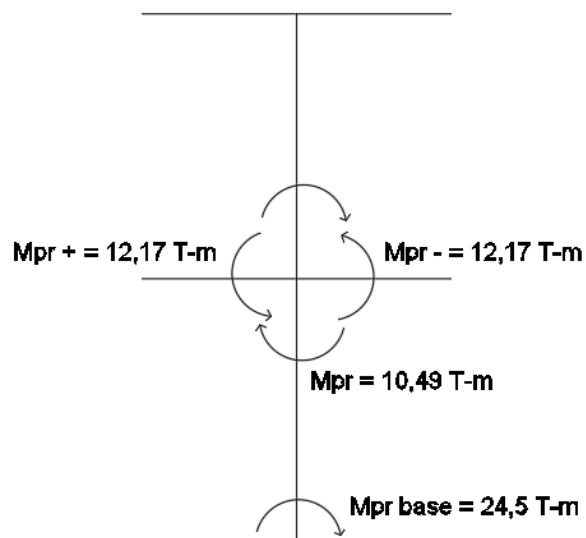


Figura 3.21 Momentos en la unión viga columna dirección E-O

Fuente: Bonifaz y Solano

$$M_{pr} = \frac{2 * 12,17(3,03)}{3,03 + 4}$$

$$M_{pr} = 10,49 T - m$$

(Ec. 45)

$$V_u = \frac{M_b + M_{pr}}{\text{Long viga}}$$

$$V_u = \frac{24,5 + 10,49}{3,6}$$

$$V_u = 9,72 T$$

Dirección N-S

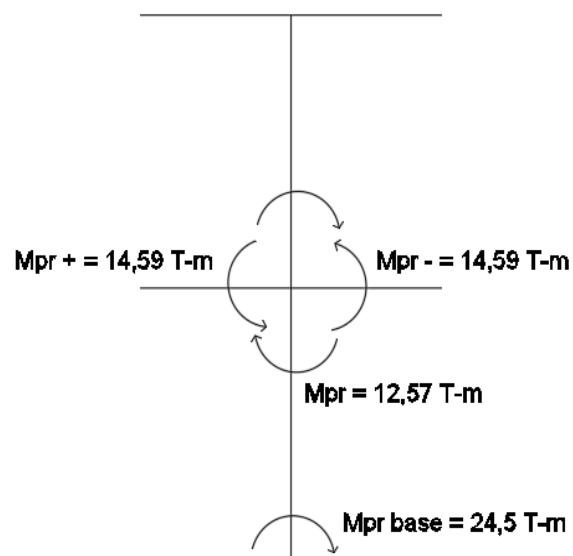


Figura 3.22 Momentos en la unión viga columna dirección N-S

Fuente: Bonifaz y Solano

$$M_{pr} = \frac{2 * 14,59 (3,03)}{3,03 + 4}$$

$$M_{pr} = 12,57 T - m$$

$$V_u = \frac{M_b + M_{pr}}{\text{Long viga}}$$

$$V_u = \frac{24,5 + 12,57}{3,6}$$

$$V_u = 10,3 T$$

Cálculo de V_c y V_s

ACI 318 14 sección 18.7.6.2.1

$$P_u > \frac{A_g f'c}{20}$$

$$70,45 > 31,76$$

Dado que se cumple la anterior condición se emplea la siguiente ecuación:

ACI 318 14 sección 22.5.6.1

(Ec. 46)

$$V_c = 0,53 \sqrt{f'c} b_w d \left(1 + \frac{P_u}{140 A_g} \right)$$

$$V_c = \frac{0,53 \sqrt{210} (55) (49) \left(1 + \frac{44,623 * 1000}{140 (3025)} \right)}{1000}$$

$$V_c = 22,88 T$$

ACI 318 14 sección 22.5.10.5.3

(Ec. 47)

$$V_s = \frac{A_v f_y d}{S}$$

$$V_s = \frac{(3 * 1,13) (4,2) (49)}{12}$$

$$V_s = 58,2 T$$

ACI 318 14 sección 22.5.1.1

(Ec. 48)

$$\phi(V_c + V_s) = 60,8 T$$

$$\phi(V_c + V_s) > V_u$$

$$60,8 T > 10,3 T$$

Usar $\phi=12$ @ 120 mm a una distancia $l_o=600$ mm desde los extremos y $\phi=12$ @ 150 mm en el resto de la columna

Longitud de desarrollo

ACI 318 14 sección 18.2.7.1

Traslapes clase B

ACI 318 14 sección 22.5.2.1

Longitud requerida = $1,3 l_d$

ACI 318 14 sección 25.4.2.3

(Ec. 49)

$$l_d = \left[\frac{f_y * \alpha \beta \gamma \lambda}{3.5 \sqrt{f'_c} \frac{C_b + K_{tr}}{d_b}} \right] d_b$$

Donde:

$\alpha = 1$ y representa el factor de ubicación de refuerzo

$\beta = 1$ y representa el factor de recubrimiento (refuerzo sin revestimiento)

$\gamma = 1$ y representa el factor de tamaño de refuerzo (barras #7 o mayores)

$\lambda = 1$ y representa el factor de concreto con agregado liviano

$$Cb \begin{cases} 4 + 1,2 + \frac{2}{2} = 6,2 \text{ cm} \leftarrow \text{controla} \\ \frac{1}{2} \left[\frac{55 - 2(4 + 1,2) - 2}{2} \right] = 10,65 \text{ cm} \end{cases}$$

$$K_{tr} = \frac{A_{tr} f_y t}{105 s (n)}$$

$$K_{tr} = \frac{3(1,13)4200}{105 (12) (3)}$$

$$K_{tr} = 3,77 \text{ cm}$$

$$\frac{C + K_{tr}}{d_b}$$

$$\frac{6,2 + 3,77}{2}$$

$$4,98 > 2 \text{ se usa } 2 \text{ cm}$$

$$l_a = \left[\frac{4200(1)(1)(1)(1)}{3.5 \sqrt{210} * 2} \right] (2)$$

$$l_a = 83 \text{ cm}$$

Traslape clase B

$$Ld = 1,3(83)$$

$$Ld = 108 \text{ cm} \approx 110 \text{ cm}$$

Tabla 3.23 Detalle de armado de columnas en cada planta

Fuente: Bonifaz y Solano

Nivel	Coordenada	Dimensión	Ln	Refuerzo longitudinal	Longitud de empalme	Refuerzo transversal extremos	Longitud de confinamiento extremos	Refuerzo transversal resto de columna
PRIMER PISO	A-1, B-1, D-1, E-1, F-1, A-2, B-2, D-2, E-2, A-3, B-3, D-3, A-4, B-4, D-4, A-5, B-5, D-5, G-5	55x55	3.6 m	12Φ20	110 cm	1Est. Φ12 c/0.12 + 1vincha Φ12 c/0.12	60 cm	1Est. Φ12 c/0.15 + 1vincha Φ12 c/0.15
	F-2, E-3, F-3, F-4, F-5	45x45	3.6 m	8Φ20	110 cm	1Est. Φ12 c/0.1125 + 1vincha Φ12 c/0.1125	60 cm	1Est. Φ12 c/0.15 + 1vincha Φ12 c/0.15
	G-2, G-3, G-4	35x35	3.6 m	6Φ18	110 cm	1Est. Φ12 c/0.1 + 1vincha Φ12 c/0.1	60 cm	1Est. Φ12 c/0.15 + 1vincha Φ12 c/0.15
	E-5, E-4	50X50	3.6 m	10Φ20	110 cm	1Est. Φ12 c/0.12 + 1vincha Φ12 c/0.12	60 cm	1Est. Φ12 c/0.15 + 1vincha Φ12 c/0.15
SEGUNDO PISO	A-1, B-1, D-1, E-1, F-1, A-2, B-2, D-2, E-2, A-3, B-3, D-3, A-4, B-4, D-4, A-5, B-5, D-5	55x55	2.83 m	12Φ20	110 cm	1Est. Φ12 c/0.12 + 1vincha Φ12 c/0.12	60 cm	1Est. Φ12 c/0.15 + 1vincha Φ12 c/0.15
	F-2, E-3, F-3, F-4, F-5	45x45	2.83 m	8Φ20	110 cm	1Est. Φ12 c/0.1125 + 1vincha Φ12 c/0.1125	60 cm	1Est. Φ12 c/0.15 + 1vincha Φ12 c/0.15
	E-5, E-4	50X50	2.83 m	10Φ20	110 cm	1Est. Φ12 c/0.12 + 1vincha Φ12 c/0.12	60 cm	1Est. Φ12 c/0.15 + 1vincha Φ12 c/0.15
TERCER PISO	A-1, B-1, D-1, E-1, F-1, A-2, D-2, F-2, A-3, D-3, F-3, A-4, D-4, F-4, A-5, B-5, D-5, E-5, F-5	30x30	2.5 m	6Φ16	110 cm	1Est. Φ12 c/0.12 + 1vincha Φ12 c/0.15	45 cm	1Est. Φ12 c/0.15 + 1vincha Φ12 c/0.15

3.2.4 Diseño de losa

Se emplea una losa nervada de 14,5 cm obtenida en el predimensionamiento.

Espesor mínimo

ACI 318 14 sección R8.1.3.2

Tabla 3.24 Espesor mínimo de una losa de acuerdo a α_m

Fuente: (ACI 318SUS-14, 2014)

$\alpha_{fm}^{[1]}$	Espesor mínimo, h , pulg.		
$\alpha_{fm} \leq 0.2$	Se aplica 8.3.1.1		(a)
$0.2 < \alpha_{fm} \leq 2.0$	Mayor de:	$\frac{\ell_n \left(0.8 + \frac{f_y}{200,000} \right)}{36 + 5\beta(\alpha_{fm} - 0.2)}$	(b) ^{[2], [3]}
		5.0	(c)
$\alpha_{fm} > 2.0$	Mayor de:	$\frac{\ell_n \left(0.8 + \frac{f_y}{200,000} \right)}{36 + 9\beta}$	(d) ^{[2], [3]}
		3.5	(e)

^[1] α_{fm} es el valor promedio de α_f para todas las vigas en el borde de un panel y α_f se calcula de acuerdo con 8.10.2.7.

^[2] ℓ_n corresponde a la luz libre en la dirección larga, medida cara a cara de las vigas (pulg.)

^[3] El término β es la relación de la luz libre en la dirección larga a la luz libre en la dirección corta de la losa.

Se considerará un paño esquinero para el análisis puesto que es el más desfavorable:

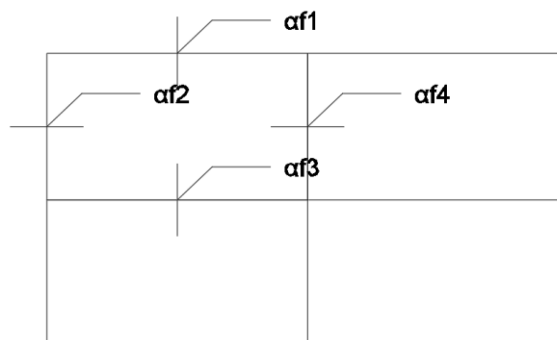


Figura 3.23 Coeficientes αf en un paño de losa

Fuente: Bonifaz y Solano

ACI 318 14 sección R8.4.1.8

Cálculo α_{f1}

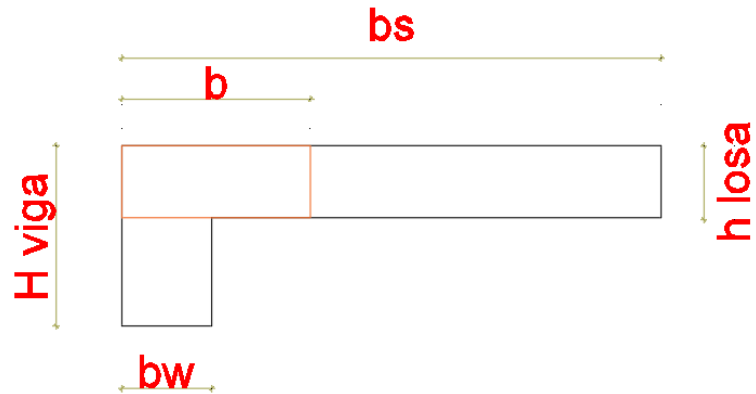


Figura 3.24 Vista transversal del paño de losa con corte en α_{f1}

Fuente: Bonifaz y Solano

(Ec. 50)

$$\alpha_{f1} = \frac{I_b}{I_s}$$

$$H \text{ viga} = 35 \text{ cm}$$

$$bw = 30 \text{ cm}$$

$$h \text{ losa} = 14,5 \text{ cm}$$

(Ec. 51)

$$b = \min \left\{ \begin{array}{l} bw + Ht \\ bw + 4(h \text{ losa}) \end{array} \right.$$

$$Ht = H \text{ viga} - h \text{ losa}$$

$$Ht = 20,5 \text{ cm}$$

$$b = \min \left\{ \begin{array}{l} 30 + 20,5 = 50,5 \text{ cm} \leftarrow \text{controla} \\ 30 + 4(14,5) = 88 \text{ cm} \end{array} \right.$$

$$b = 50,5 \text{ cm}$$

Inercia I_b

$$I_b = 136735,014 \text{ cm}^4$$

Inercia I_s

$$I_s = 69521,353 \text{ cm}^4$$

$$\alpha_{f1} = \frac{136735,014}{69521,53}$$

$$\alpha_{f1} = 1,97$$

Para el cálculo de α_{f2} se procede de la misma manera

Cálculo α_{f3}

ACI 318 14 sección R8.4.1.8

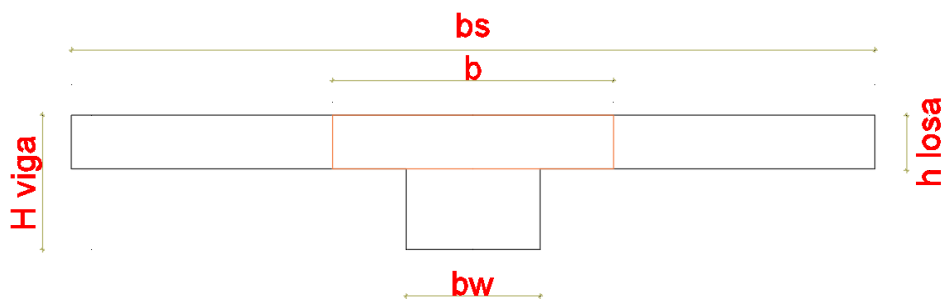


Figura 3.25 Vista transversal del paño de losa con corte en α_{f3}

Fuente: Bonifaz y Solano

$$\alpha_{f3} = \frac{I_b}{I_s}$$

$$H \text{ viga} = 35 \text{ cm}$$

$$b_w = 30 \text{ cm}$$

$$h \text{ losa} = 14,5 \text{ cm}$$

$$b = \min \begin{cases} bw + 2(Ht) \\ bw + 8(h \text{ losa}) \end{cases}$$

$$Ht = H \text{ viga} - h \text{ losa}$$

$$Ht = 20,5 \text{ cm}$$

$$b = \min \begin{cases} 30 + 2(20,5) = 71 \text{ cm} \leftarrow \text{controla} \\ 30 + 8(14,5) = 146 \text{ cm} \end{cases}$$

$$b = 71 \text{ cm}$$

Inercia Ib

$$Ib = 157483,623 \text{ cm}^4$$

Inercia Is

$$Is = 139042,705 \text{ cm}^4$$

$$\alpha_{f3} = \frac{157483,623 \text{ cm}^4}{139042,705}$$

$$\alpha_{f3} = 1,13$$

Para el cálculo de α_{f4} se procede de la misma manera

Cálculo de α_{fm}

(Ec. 52)

$$\alpha_{fm} = \frac{\alpha_{f1} + \alpha_{f2} + \alpha_{f3} + \alpha_{f4}}{4}$$

$$\alpha_{fm} = \frac{1,97 + 1,99 + 1,13 + 1,15}{4}$$

$$\alpha_{fm} = 1,56$$

Cálculo del espesor mínimo

Dado que $0,2 < \alpha_{fm} < 2$ se utiliza la siguiente ecuación:

(Ec. 53)

$$h = \frac{\text{Ln} \left(0.8 + \frac{fy}{14000} \right)}{36 + 5\beta(\alpha_{fm} - 0,2)}$$

$$\beta = \frac{\text{luz libre mayor}}{\text{luz libre menor}} = \frac{4,623}{4,544} = 1,01$$

$$h = \frac{4,623 \left(0.8 + \frac{4200}{14000} \right) * 100}{36 + 5(1,01)(1,56 - 0,2)}$$

$$h = 11,85 \text{ cm} < 12,5 \text{ cm}$$

$$h = 12,5 \text{ cm}$$

Como la asunción inicial fue de 14,5 cm y el espesor mínimo según las ecuaciones del ACI 318 14 es 12,5 cm; la asunción inicial era correcta. Se adopta:

$$h = 14,5 \text{ cm}$$

Momentos a flexión de losa

Para encontrar los momentos en la losa se empleará el método de coeficientes del ACI 1963

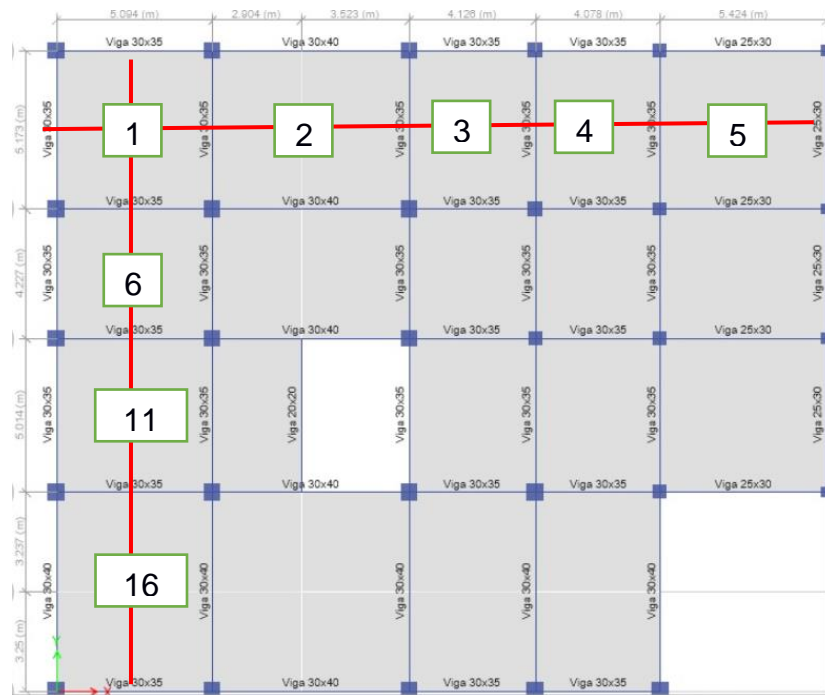


Figura 3.26 Vista en planta de los paños de losa del primer piso

Fuente: Bonifaz y Solano

Para el presente proyecto se realizará el diseño basándose en los paños marcados en la figura al ser los más desfavorables.

Sentido x

Paño 1 (Se aplica el caso 4 según las tablas del ACI 1963)

$$m = \frac{4,544}{4,623}$$

Momentos negativos

$$Ca = 0,052$$

$$Cb = 0,048$$

$$Ma^- = Qu * Ca * la^2$$

$$Ma^- = (1,67)(0,052)(4,544)^2$$

$$Ma^- = 1,78 T - m/m$$

$$Mb^- = Qu * Cb * lb^2$$

$$Mb^- = (1,67)(0,048)(4,623)^2$$

$$Mb^- = 1,72 T - m/m$$

Momentos positivos debido a la carga viva y muerta

$$\text{Coef. carga muerta} \begin{cases} Ca = 0,028 \\ Cb = 0,026 \end{cases}$$

$$\text{Coef. carga viva} \begin{cases} Ca = 0,033 \\ Cb = 0,031 \end{cases}$$

$$Ma^+ = Qu * Ca * la^2$$

$$Ma^+ = [(1,2 \times 0,028 \times 0,72) + (1,6 \times 0,033 \times 0,24)](4,544)^2$$

$$Ma^+ = 0,76 T - m/m$$

$$Mb^+ = Qu * Cb * lb^2$$

$$Mb^+ = [(1,2 \times 0,026 \times 0,72) + (1,6 \times 0,031 \times 0,24)](4,623)^2$$

$$Mb^+ = 0,74 T - m/m$$

El momento negativo en los bordes discontinuos representa un tercio del momento negativo en los bordes continuos

$$Ma^- = \frac{1}{3}(1,78) T - m/m$$

$$Ma^- = 0,25 T - m/m$$

$$Mb^- = \frac{1}{3}(1,72) T - m/m$$

$$Mb^- = 0,24 T - m/m$$

Tabla 3.25 Momentos positivos y negativos para los paños de la primera fila

Fuente: Bonifaz y Solano

	Paño 1	Paño 2	Paño 3	Paño 4	Paño 5
Ma- (T-m/m)	1,78	2,01	1,65	1,65	0,20
Mb- (T-m/m)	1,72	2,28	0,56	0,56	0,17
Ma+ (T-m/m)	0,76	0,98	0,55	0,55	0,04
Mb+ (T-m/m)	0,73	0,67	0,29	0,29	0,03

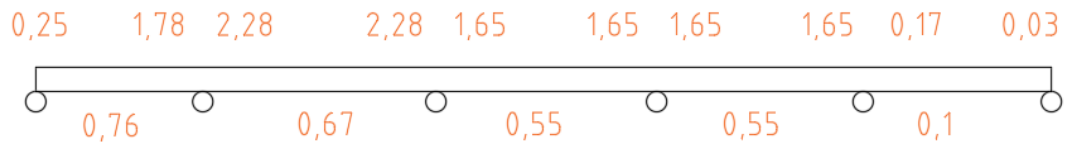


Figura 3.27 Representación gráfica de los momentos obtenidos

Fuente: Bonifaz y Solano

Sentido Y

Paño 1 (Se analizó anteriormente)

Paño 6

$$m = \frac{4,544}{3,67}$$

Momentos negativos

$$Ca = 0,075$$

$$Cb = 0,018$$

$$Ma^- = Qu * Ca * la^2$$

$$Ma^- = (1,67)(0,075)(3,67)$$

$$Ma^- = 1,672 T - m/m$$

$$Mb^- = Qu * Cb * lb^2$$

$$Mb^- = (1,67)(0,018)(4,544)^2$$

$$Mb^- = 0,61 T - m/m$$

Momentos positivos debido a la carga viva y muerta

$$\text{Coef. carga muerta} \begin{cases} Ca = 0,029 \\ Cb = 0,010 \end{cases}$$

$$\text{Coef. carga viva} \begin{cases} Ca = 0,042 \\ Cb = 0,017 \end{cases}$$

$$Ma^+ = Qu * Ca * la^2$$

$$Ma^+ = [(1,2 \times 0,029 \times 0,72) + (1,6 \times 0,042 \times 0,24)](3,67)^2$$

$$Ma^+ = 0,55 T - m/m$$

$$Mb^+ = Qu * Cb * lb^2$$

$$Mb^+ = [(1,2 \times 0,01 \times 0,72) + (1,6 \times 0,017 \times 0,24)](4,544)^2$$

$$Mb^+ = 0,33 T - m/m$$

El momento negativo en los bordes discontinuos representa un tercio del momento negativo en los bordes continuos

$$Ma^- = \frac{1}{3}(1,67) T - m/m$$

$$Ma^- = 0,18 T - m/m$$

$$Mb^- = \frac{1}{3}(0,61) T - m/m$$

$$Mb^- = 0,11 T - m/m$$

Tabla 3.26 Momentos positivos y negativos para los paños de la primera columna

Fuente: Bonifaz y Solano

	Paño 1	Paño 6	Paño 11	Paño 16
Ma- (T-m/m)	1,78	1,67	2,07	2,56
Mb- (T-m/m)	1,72	0,61	1,08	1,50
Ma+ (T-m/m)	0,76	0,55	0,64	1,14
Mb+ (T-m/m)	0,73	0,32	0,55	0,66

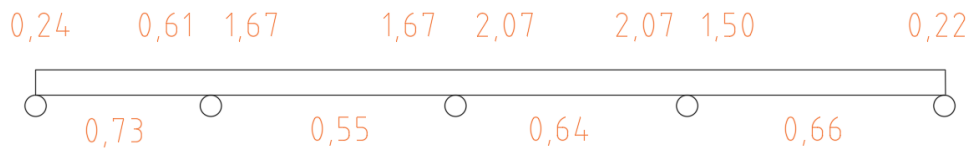


Figura 3.28 Representación gráfica de los momentos obtenidos

Fuente: Bonifaz y Solano

Acero de refuerzo en franja central

Asumiendo varillas $\phi=10$ mm

Momento negativo de borde máximo

$$A_s = \frac{Mu}{0,9^2 f_y d}$$

$$d = 14,5 - 2 - \left(\frac{1,2}{2}\right)$$

$$d = 11,9 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{0,25}{0,9^2(4200)(119)}$$

$$A_s = 0,62 \text{ cm}^2$$

(Ec. 54)

$$A_s \text{ mín} = \text{máx} \left(\frac{\sqrt{f'c} bw d}{4 f_y}; \frac{1,4 bw d}{f_y} \right)$$

$$A_s \text{ mín} = \text{máx} \left(\frac{\sqrt{210} (100)(11,9)}{4(4200)}; \frac{1,4 (100)(11,9)}{4200} \right)$$

$$A_s \text{ mín} = \text{máx}(1,026 ; 0,397)$$

$$A_s \text{ mín} = 1,026 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ real} = 1,026 \text{ cm}^2$$

$$n^\circ \text{ varillas} = \frac{A_s \text{ real}}{A \emptyset 10}$$

$$n^\circ \text{ varillas} = \frac{1,026 \text{ cm}^2}{0,785 \text{ cm}^2}$$

$$n^\circ \text{ varillas} = 1,31$$

Se consideran 2 varillas $\emptyset=10$ mm cada metro, dicho de otra forma 1 varilla $\emptyset=10$ mm cada 50 cm.

Acero de refuerzo en franja de columna

ACI 318 14 sección R8.11.2

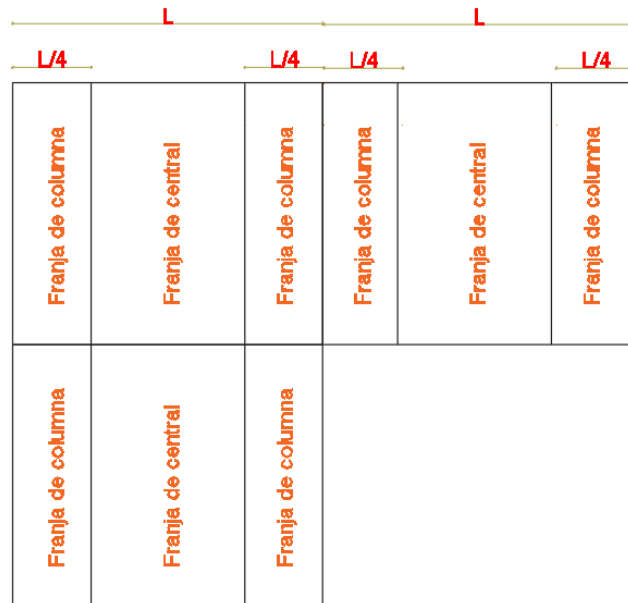


Figura 3.29 Franja central y franja de columna en paños de losa (sentido Y)

Fuente: Bonifaz y Solano

En la franja de columna se adoptará $\frac{2}{3}$ del acero real cuantificado anteriormente.

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos una vez analizados todos los paños.

Tabla 3.27 Acero colocado en los paños de losa

Fuente: Bonifaz y Solano

	FRANJA CENTRAL						FRANJA DE COLUMNA		
	M (T-m)	As (cm2)	As min (cm2)	As real (cm2)	# varillas	As colocado	As real (cm2)	# varillas	As colocado
x	0,25	0,62	1,03	1,03	1,31	1Ø10 /50 cm	0,68	0,87	1Ø10 /50 cm
	0,76	1,85	1,03	1,85	1,63	1Ø12 /50 cm	1,23	1,57	1Ø10 /50 cm
	2,28	5,53	1,03	5,53	1,76	1Ø20 /50 cm	3,68	1,83	1Ø16 /50 cm
y	0,24	0,59	1,03	1,03	1,31	1Ø10 /50 cm	0,68	0,87	1Ø10 /50 cm
	0,73	1,78	1,03	1,78	1,57	1Ø12 /50 cm	1,19	1,51	1Ø10 /50 cm
	2,07	5,02	1,03	5,02	1,60	1Ø20 /50cm	3,34	1,66	1Ø16 /50 cm

El mismo acero se colocará para los demás paños.

3.2.5 Diseño de zapatas aisladas

Guía práctica para el diseño de estructuras de hormigón armado
sección 1.10

Cargas

Tabla 3.28 Cargas de diseño para plintos

Fuente: Bonifaz y Solano

Cargas de diseño	Carga muerta	Carga viva	Carga sísmica
P (T)	15,257	0,790	3,839
Mx (T-m)	0,5168	0,019	11,759
My (T-m)	0,3819	0,0136	0,793

Capacidad del suelo

Para el presente proyecto, se considera material de mejoramiento para incrementar la capacidad admisible del suelo

$$qa = 15 \frac{T}{m^2}$$

Dimensión de la columna

55 x 55 cm

Cargas de servicio y de diseño

Tabla 3.29 Combinaciones de servicio y de diseño para plintos

Fuente: Bonifaz y Solano

Cargas de diseño	Combinaciones de servicio		Combinaciones de diseño	
	D+L	D+L+S	1,2D+1,6L	1,2D+1L+1S
P (T)	16,05	19,89	19,57	22,94
Mx (T-m)	0,54	12,29	0,65	12,40
My (T-m)	0,40	1,19	0,48	1,26

Área necesaria para la cimentación

(Ec. 55)

$$A = \frac{FM(P \text{ servicio vertical máx})}{qa}$$

$$A = \frac{1,35(19,89)}{15}$$

$$A = 1,79 \text{ m}^2$$

Dimensión de la zapata

(Ec. 56)

$$B = L$$

$$B = \sqrt{1,79 \text{ m}^2}$$

$$B = 1,34 \text{ m}$$

$$\text{Área} = 1,90 \times 1,90 = 3,61 \text{ cm}^2$$

Se adopta un B= 1,9 m, más adelante será justificado este resultado

Revisión de esfuerzos

Sentido X – Combinación D+L

Se asume un peralte de 30 cm

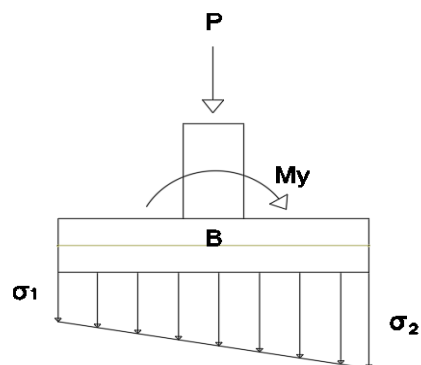


Figura 3.30 Combinación de esfuerzos axial y flexión en el plinto - sentido X

Fuente: Bonifaz y Solano

(Ec. 57)

$$qs_{1,2} = \frac{P}{A} \pm \left(\frac{6My}{LB^2} \right) + \frac{(B * L * H * \gamma_{\text{hormigón}})}{A}$$

$$qs_1 = \frac{16,05}{3,61} - \left(\frac{6(0,40)}{(1,9)(1,9^2)} \right) + \frac{((1,9)(1,9)(0,30)(2,1))}{3,61}$$

$$qs_1 = 4,72 \frac{T}{m^2}$$

$$qs_2 = \frac{16,05}{3,61} + \left(\frac{6(0,40)}{(1,9)(1,9^2)} \right) + \frac{((1,9)(1,9)(0,30)(2,1))}{3,61}$$

$$qs_2 = 5,43 \frac{T}{m^2}$$

Sentido Y – Combinación D+L

Se asume un espesor de 30 cm, un peralte efectivo de 25 cm

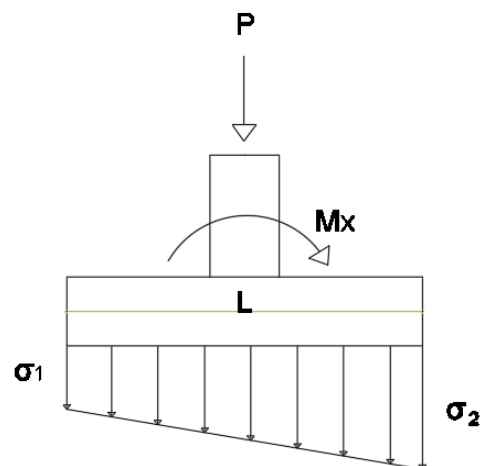


Figura 3.31 Combinación de esfuerzos axial y flexión en el plinto - sentido Y

Fuente: Bonifaz y Solano

$$q_{s1,2} = \frac{P}{A} \pm \left(\frac{6Mx}{BL^2} \right) + \frac{(B * L * H * \gamma_{\text{hormigón}})}{A}$$

$$q_{s1} = \frac{16,05}{3,61} - \left(\frac{6(0,54)}{(1,9)(1,9^2)} \right) + \frac{((1,9)(1,9)(0,30)(2,1))}{3,61}$$

$$q_{s1} = 4,60 \frac{T}{m^2}$$

$$q_{s2} = \frac{16,05}{3,61} + \left(\frac{6(0,54)}{(1,9)(1,9^2)} \right) + \frac{((1,9)(1,9)(0,30)(2,1))}{3,61}$$

$$q_{s2} = 5,52 \frac{T}{m^2}$$

De la misma manera se procede para la combinación D+L+S

Tabla 3.30 Esfuerzos debido a las cargas de servicio

Fuente: Bonifaz y Solano

Esfuerzos	D+L	D+L+S
Esf B1 [T/m²]	4,71	5,08
Esf B2 [T/m²]	5,40	7,16
Esf L1 [T/m²]	4,59	4,64
Esf L2 [T/m²]	5,52	16,87

El máximo esfuerzo calculado es 16,87 T/m², lo cual excede a la capacidad admisible de 15 T/m². No obstante en la NEC 2015 para la construcción de estructuras de hormigón armado permite incrementar la capacidad del suelo en un 33% para el diseño sísmico.

$$q_a = (15 * 1,33) = 19,95 \frac{T}{m^2}$$

$$q_{max} < q_{adm}$$

$$16,87 \frac{T}{m^2} < 19,95 \frac{T}{m^2} \quad OK$$

Corte unidireccional

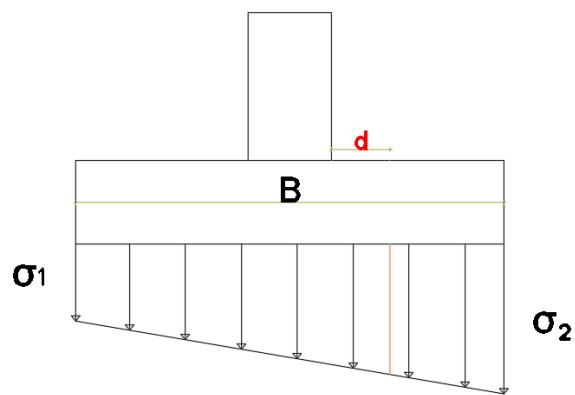


Figura 3.32 Ilustración del esfuerzo a considerar para el corte unidireccional en el plinto

Fuente: Bonifaz y Solano

Para el cálculo del corte unidireccional se toma en cuenta el esfuerzo a una distancia d desde la cara de la columna al borde exterior de la zapata.

En este caso se utilizan las combinaciones de diseño

$$Comb 1 = 1,2D + 1,6L$$

$$Comb 2 = 1,2D + L + S$$

Para encontrar los esfuerzos σ_1 y σ_2 , se procede de la misma manera que en el anterior paso.

Tabla 3.31 Esfuerzos a utilizar para el corte unidireccional en plintos

Fuente: Bonifaz y Solano

Corte unidireccional		
Calculos	1,2D+1,6L	1,2D+1L+1S
Esf B1 [T/m ²]	5,61	5,86
Esf B2 [T/m ²]	6,45	8,07
Esf L1 [T/m ²]	5,46	-3,88
Esf L2 [T/m ²]	6,60	17,81

Para el cálculo del esfuerzo a una distancia d de la cara de la columna, se realiza una relación de triángulos entre los esfuerzos obtenidos

Tomando como ejemplo los esfuerzos para la combinación 1,2D + 1,6L, en sentido X se procederá a calcular el esfuerzo mencionado.

$$\frac{\sigma_2 - \sigma_1}{B} = \frac{\sigma_d - \sigma_1}{\frac{B}{2} + \frac{b \text{ col}}{2} + d}$$

$$\sigma_d = \left(\frac{6,45 - 5,61}{1,9} \right) \left(\frac{1,9}{2} + \frac{0,55}{2} + 0,25 \right)$$

$$\sigma_d = \left(\frac{6,45 - 5,61}{1,9} \right) \left(\frac{1,9}{2} + \frac{0,55}{2} + 0,25 \right) + 5,61$$

$$\sigma_d = 6,26 \frac{T}{m^2}$$

$$Vu = (\sigma_2 + \sigma_d) \left(\frac{(B - b \text{ col})}{2} - d \right) \left(\frac{L}{2} \right)$$

$$Vu = (6,45 + 6,26) \left(\frac{(1,9 - 0,55)}{2} - 0,25 \right) \left(\frac{0,55}{2} \right)$$

$$Vu = 5,13 T$$

Comprobación de esfuerzo cortante unidireccional

(Ec. 58)

$$V_c = (0,17\sqrt{f'c})(d)(L)(0,75 * 100)$$

$$V_c = (0,17\sqrt{21})(0,25)(0,55)(0,75 * 100)$$

$$V_c = 27,75 T$$

$$V_c > V_u \text{ OK}$$

En la tabla que se muestra a continuación se resumen los cortantes unidireccionales en ambos sentidos para cada combinación de carga

Tabla 3.32 Verificación del cortante unidireccional para cada combinación de carga

Fuente: Bonifaz y Solano

Corte unidireccional		
Calculos	1,2D+1,6L	1,2D+1L+1S
Vu B (t)	5,13	6,32
Vc B (t)	27,75	27,75
Cumple corte B ?	Cumple	Cumple
Vu L (t)	5,23	12,42
Vc L (t)	27,75	27,75
Cumple corte L ?	Cumple	Cumple

Cortante bidireccional

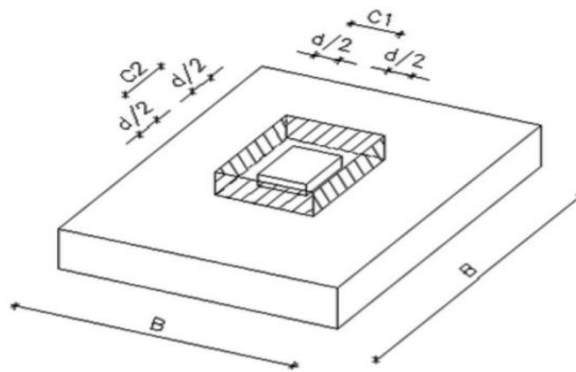


Figura 3.33 Ilustración del área de influencia del cortante bidireccional

Fuente: (NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCION, 2015)

Esfuerzo de corte bidireccional último

$$\overline{q_{su}} = \frac{5,61 + 6,45}{2}$$

$$\overline{q_{su}} = 6,03 \frac{T}{m^2}$$

$$Vu = (P) - (\overline{q_{su}})(b \text{ col} + h \text{ col})(h \text{ col} + d)$$

$$Vu = (19,57) - (6,03)(0,55 + 0,55)(0,55 + 0,25)$$

$$Vu = 15,71 T$$

Esfuerzo bidireccional crítico

Se escoge el menor de los siguientes 3 valores

ACI 318 14 sección 22.6.5.2

(Ec. 59)

$$\left\{ \begin{array}{l} 0,33\lambda\sqrt{f'c} \\ 0,17 \left(1 + \frac{2}{\beta}\right)\lambda\sqrt{f'c} \\ 0,083 \left(2 + \frac{\alpha s * d}{bo}\right)\lambda\sqrt{f'c} \end{array} \right.$$

Donde:

$\lambda = 1$ para hormigón normal

$bo =$ perímetro de la sección crítica

$$\alpha s \left\{ \begin{array}{l} 0,4 \text{ para columna interior} \\ 0,3 \text{ para columna de borde} \\ 0,2 \text{ para columna de esquina} \end{array} \right.$$

$$\beta = \frac{b \text{ col}}{h \text{ col}}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 0,33(1)\sqrt{21} \\ 0,17 \left(1 + \frac{2}{1}\right) (1)\sqrt{21} \\ 0,083 \left(2 + \frac{0,4 * 0,25}{(0,55 + 0,25) * 4}\right) (1)\sqrt{21} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 1,51 \\ 2,34 \\ 0,77 \leftarrow \text{controla} \end{array} \right.$$

$$V_{cb} = 0,77 \times 0,75 \times 100 \times (0,55 + 0,25) \times 4 \times 0,25$$

$$V_{cb} = 46,36 T$$

Comprobación

$$V_{cb} > V_u$$

$$46,36 T > 15,31 T$$

Tabla 3.33 Verificación del cortante bidireccional en el plinto

Fuente: Bonifaz y Solano

Corte bidireccional		
Calculos	1,2D+1,6L	1,2D+1L+1S
Esf prom B	6,03	6,96
Esf prom L	6,03	6,96
Vu B (t)	15,71	18,48
Vu L (t)	15,71	18,48
Vc (t)	46,36	
	Cumple	Cumple

Revisión de aplastamiento

Resistencia aplastamiento zapata

(Ec. 60)

$$R_z = 0,85 \phi f'c \sqrt{\frac{A_{zap}}{A_{col}}}$$

$$A_{col} = 0,55 \times 0,55 = 0,303 \text{ m}^2$$

$$A_{zap} = 1,9 \times 1,9 = 3,61 \text{ m}^2$$

$$\sqrt{\frac{A_{zap}}{A_{col}}} = \sqrt{\frac{3,61}{0,303}} = 3,45 \quad ; \text{ se asume el valor máximo de } 2$$

$$R_z = (0,85)(0,65)(2)(21) = 23,21$$

Resistencia aplastamiento columna
(Ec. 61)

$$R_c = 0,85 \phi f'_c$$

$\phi = 0,65$ para columnas estribadas

$$R_c = 0,85(0,65)(21)$$

$$R_c = 11,6$$

Dado que $R_z > R_c$, el plinto cumple por aplastamiento

$R_z > R_c$ OK

Diseño a flexión

Para el diseño a flexión se tomará en cuenta el esfuerzo aplicado en uno de los lados de la zapata como se muestra en la figura

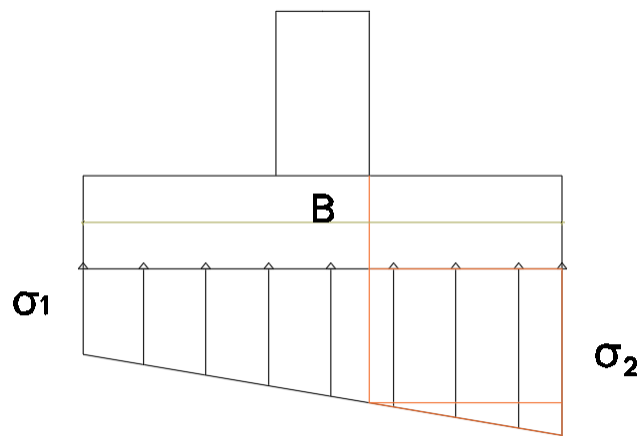


Figura 3.34 Ilustración del esfuerzo a considerar para el diseño a flexión del plinto

Fuente: Bonifaz y Solano

$$\sigma' B = 6,15 \frac{T}{m^2}$$

$$Mu = (\sigma' B) \left(\frac{B - b_{col}}{2} \right) \left(\frac{B - b_{col}}{4} \right) (B) + \frac{(\sigma_2 - \sigma' B) \left(\frac{B - b_{col}}{2} \right) \left(\frac{2}{3} \right) \left(\frac{B - b_{col}}{2} \right) (B)}$$

$$Mu = (6,15) \left(\frac{1,9 - 0,55}{2} \right) \left(\frac{1,9 - 0,55}{4} \right) (1,9) + \frac{(6,45 - 6,15) \left(\frac{1,9 - 0,55}{2} \right) \left(\frac{2}{3} \right) \left(\frac{1,9 - 0,55}{2} \right) (1,9)}$$

$$Mu = 2,75 T - m$$

Peralte efectivo necesario para refuerzo a flexión

(Ec. 62)

$$d = \sqrt{\frac{Mu}{0,145 L * f'c}}$$

$$d = \sqrt{\frac{2,75 * 10^5}{0,145 (1,9 \times 100)(210)}}$$

$$d = \sqrt{\frac{2,75 * 10^5}{0,145 (1,9 \times 100)(210)}}$$

$$d = 6,89 \text{ cm}$$

Dado que el peralte asumido es mayor que el necesario para el refuerzo a flexión, se conserva el peralte asumido.

Área de acero transversal

$$A_s = \frac{30 M_u}{d}$$

Mu ingresa en T-m y d en cm

$$A_s = \frac{30 (2,75)}{0,25 * 100}$$

$$A_s = 3,30 \text{ cm}^2$$

Asumiendo una varilla $\varnothing=10$ mm

$$n^\circ \text{ de varillas} = \frac{B - 2 \text{ rec}}{S} + 1$$

$$S = \frac{L - 2 \text{ rec}}{\frac{A_s}{\varnothing^2 * \frac{\pi}{4}}} - 1$$

$$S = \frac{1,9 - 2(0,04)}{\frac{\left(\frac{3,30}{1^2 * \frac{\pi}{4}}\right)}{100}} - 1$$

$$S = 57 \text{ cm}$$

$$n^{\circ} \text{ de varillas} = \frac{1,9 - 2 (0,04)}{0,57} + 1$$

$$n^{\circ} \text{ de varillas} = 4$$

Verificar si requiere patas

(Ec. 63)

$$\frac{B - b_{col}}{2} > l_d$$

$$\frac{190 - 55}{2} > \frac{300}{\sqrt{21}} * 1$$

$$67,5 > 65,46 \text{ Requiere patas}$$

Se adoptan 4 varillas $\varnothing=10$ mm con una separación de 57 cm, además se deben adoptar patas.

Asentamientos

Para verificar los asentamientos se realizó una simulación de los plintos en un software de análisis estructural, se adoptó un coeficiente de balasto de $1,9 \times 10^3 \text{ T/m}^3$ debido al tipo de suelo en el que se está trabajando.

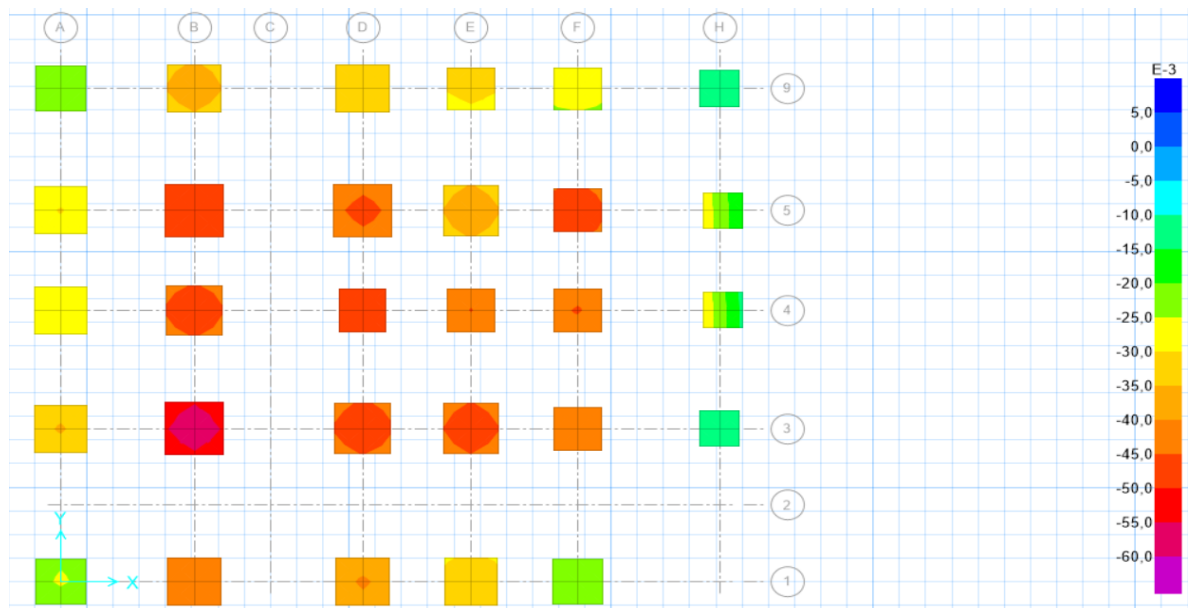


Figura 3.35 Asentamiento de plintos

Fuente: Bonifaz y Solano

Como se aprecia en la figura 3.35, los asentamientos en los plintos se dan de manera uniforme con una variación casi nula.

Tabla 3.34 Detalle de armado de zapatas aisladas

Fuente: Bonifaz y Solano

Ubicación	Dimensión	Espesor	Acero a flexión en X	Acero a flexión en Y	Requiere patas
E-1, D-1, B-5, D-5, A-2, A-4, A-3	2X2 m	0,29 m	9 varillas ϕ 10 mm	14 varillas ϕ 10 mm	no
F-2	1,8x1,8 m	0,39 m	11 varillas ϕ 10 mm	11 varillas ϕ 10 mm	no
F-1, A-1, A-5	1,9x1,9 m	0,29 m	16 varillas ϕ 10 mm	16 varillas ϕ 10 mm	no
B-2, B-4, D-4	2,2x2,2 m	0,34 m	14 varillas ϕ 10 mm	19 varillas ϕ 10 mm	no
D-2, E-2, E-4, B-3	2,1x2,1 m	0,29 m	11 varillas ϕ 10 mm	17 varillas ϕ 10 mm	no
F-4, D-3, E-3, F-3	1,8x1,8 m	0,34 m	14 varillas ϕ 10 mm	14 varillas ϕ 10 mm	si
B-1	2x2m	0,34 m	16 varillas ϕ 10 mm	16 varillas ϕ 10 mm	no
G-4, G-3, E-5, F-5	1,75x1,75m	0,34 m	14 varillas ϕ 10 mm	14 varillas ϕ 10 mm	si
G-2, G-5	1,5x1,5m	0,19 m	7 varillas ϕ 10 mm	7 varillas ϕ 10 mm	si

3.2.6 Diseño de escaleras

Para el diseño de las escaleras se tomará en cuenta los siguientes aspectos detallados en la normativa NTE INEN 2249:

La dimensión mínima de la huella debe ser 280 mm

La dimensión máxima de la contrahuella debe ser 180 mm

Se pueden tener tramos continuos sin descanso de hasta 15 peldaños

Predimensionamiento de escaleras

Como cálculo de ejemplo se tomará uno de los tramos de las escaleras que llevan de la planta baja a la primera planta.

Datos:

Número de pasos subtramo A(nA) = 12

Número de pasos subtramo A(nB) = 13

Dimensión de pasos (P) = 0,3 m

Dimensión de contrapasos (CP) = 0,16 m

Ancho de anclaje = 0,25 m

Ancho de pared = 0,3 m

Ancho de escalera (b) = 1,2 m

Sobrecarga(SC) = $0,2 \frac{T}{m^2}$

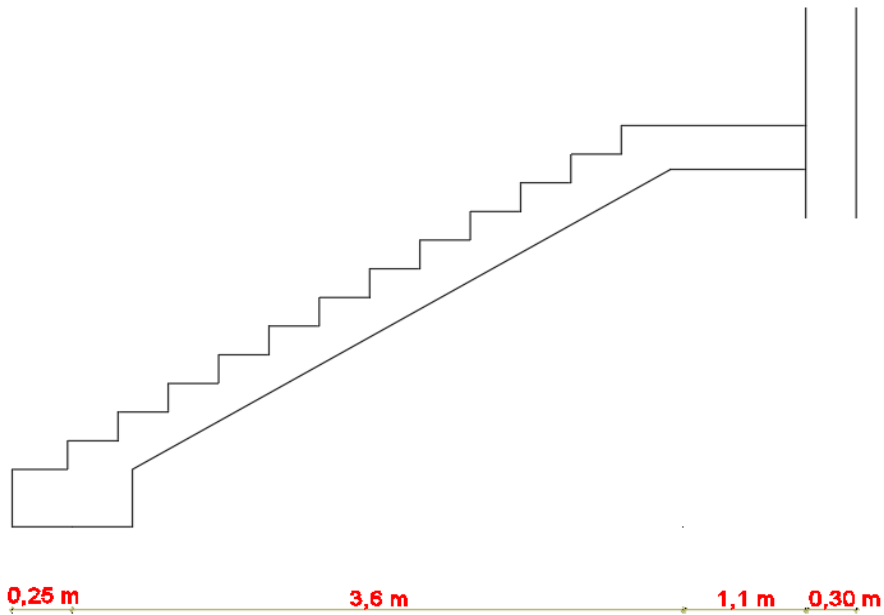


Figura 3.36 Vista frontal del primer tramo de la escalera del primer piso

Fuente: Bonifaz y Solano

Espesor medio

(Ec. 64)

$$t = \frac{L}{18,5}$$

$$t = \frac{5}{18,5} = 0,27 \text{ m}$$

$$t_{\text{adoptado}} = 0,3 \text{ m}$$

$$Hm = \frac{t_{\text{adoptado}}}{P} + \frac{CP}{2\sqrt{P^2 + CP^2}}$$

$$Hm = \frac{0,3}{0,3} + \frac{0,16}{2\sqrt{0,3^2 + 0,16^2}}$$

$$Hm = 0,42 \text{ m}$$

Cargas

Metrado de tramo inclinado

Carga muerta

$$Q_d = q_{pp} + q_{acabados}$$

$$Q_d = \left(2,4 \frac{T}{m^3} * 0,42 m * 1,2 m \right) + 0,069 \frac{T}{m}$$

$$Q_d = 1,34 \frac{T}{m}$$

$$Q_d = 1,34 \frac{T}{m}$$

Carga viva

$$Q_l = S_c * (b)$$

$$Q_l = 0,20 * 1,2$$

$$Q_l = 0,245$$

Carga última

$$Q_u = 1,2Q_d + 1,6Q_l$$

$$Q_u = 1,2(1,34) + 1,6(0,245)$$

$$Q_u = 1,995 \frac{T}{m}$$

Metrado de descanso

Carga muerta

$$Q_d = q_{pp} + q_{acabados}$$

$$Q_d = \left(2,4 \frac{T}{m^3} * 0,30 m * 1,2 m \right) + 0,069 \frac{T}{m}$$

$$Q_d = 0,93 \frac{T}{m}$$

Carga viva

$$Q_i = Sc * (b)$$

$$Q_i = 0,20 * 1,2$$

$$Q_i = 0,245$$

Carga última

$$Q_u = 1,2Q_d + 1,6Q_i$$

$$Q_u = 1,2(0,93) + 1,6(0,245)$$

$$Q_u = 1,512 \frac{T}{m}$$

Momento y cortante máximo

$$Ra = 5,190 T$$

$$Rb = 4,729 T$$

$$Vmax = \max(Ra, Rb)$$

$$Vmax = 5,190 T$$

$$Mmax = 6,751 T - m$$

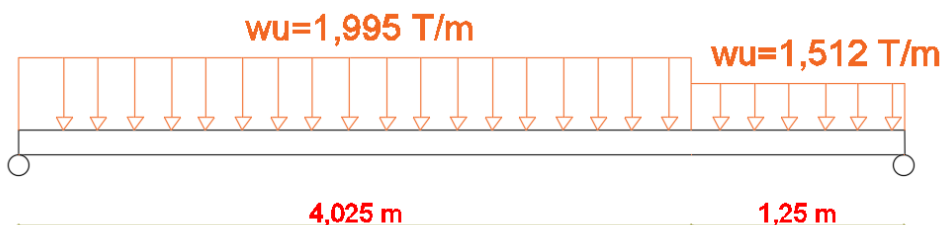


Figura 3.37 Idealización de la escalera como una viga apoyada

Fuente: Bonifaz y Solano

Verificación por corte

$$d = t - (rec)$$

$$d = 0,3 - 0,04$$

$$d = 0,26 \text{ m}$$

$$Vud = Vmax - (Wu * d)$$

$$Vud = 5,19 - (1,995 * 0,26)$$

$$Vud = 4,671 \text{ T}$$

(Ec. 65)

$$Vud' = Vud \cos(\theta)$$

$$Vud' = 4,671 * \frac{0,3}{\sqrt{0,3^2 + 0,16^2}}$$

$$Vud' = 4,006 \text{ T}$$

$$Vn = \frac{Vud'}{\phi}$$

$$Vn = \frac{4,006 \text{ T}}{0,85}$$

$$Vn = 4,71 \text{ T}$$

(Ec. 66)

$$Vc = 0,53\sqrt{f'c} b d$$

$$Vc = 0,53\sqrt{210} (120) (26)$$

$$Vc = 23,96 \text{ T}$$

$$Vn > Vc \text{ OK}$$

Cálculo del acero longitudinal (A_s)

(Ec. 67)

$$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)}$$

$$a = \frac{A_s f_y}{0,85 * f'_c * b}$$

Se iteran las ecuaciones hasta que el valor de a sea igual para ambas ecuaciones:

Asumiendo un valor de $a=1,38$ cm

$$A_s = \frac{6,75 \times 10^5}{(0,9)(4200) \left(26 - \frac{1,38}{2} \right)}$$

$$A_s = 7,06 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{7,06 (4200)}{0,85 * 210 * 120}$$

$$a = 1,38 \text{ cm}$$

Acero mínimo

$$A_{s_{min}} = \max \left(\frac{\sqrt{f'_c} * b * d}{4 f_y}; \frac{1,4 * b * d}{f_y} \right)$$

$$A_{s_{min}} = \max(851,05; 1040)$$

$$A_{s_{min}} = 1040 \text{ mm}^2$$

Acero escogido

$$A_s \text{ escogido} = \max(A_s; A_{s_{min}})$$

$$A_s \text{ escogido} = \max(7,06; 10,40)$$

$$A_s \text{ escogido} = 10,40 \text{ cm}^2$$

Se adoptan 9 varillas $\phi=12$ mm cada 14 cm

Cálculo del acero longitudinal (bastones) (As-)

El acero escogido para los bastones es la mitad del acero positivo calculado en el paso anterior:

$$As \text{ escogido} = \frac{10,40}{2}$$

$$As \text{ escogido} = 5,20 \text{ cm}^2$$

Se adoptan 5 varillas $\phi=12$ mm cada 30 cm

Cálculo del acero de retracción

(Ec. 68)

$$As \text{ rtc} = 0,0018 * b * d$$

$$As \text{ rtc} = 0,0018(120)(26)$$

$$As \text{ rtc} = 5,62 \text{ cm}^2$$

$$\frac{100 * A\phi}{S} > 5,62 \text{ cm}^2$$

$$6,28 \text{ cm}^2 > 5,62 \text{ cm}^2 \text{ OK}$$

Se adoptan 1 varillas $\phi=12$ mm cada 18 cm

Tabla 3.35 Detalle de armado en escaleras

Fuente: Bonifaz y Solano

		As longitudinal positivo	As longitudinal negativo	As por retracción
Tramo 1	Subtramo A	9 varillas ϕ 12 mm c/ 14 cm	5 varillas ϕ 12 mm c/ 30 cm	1 varilla 12 mm c/18 cm
	Subtramo B	7 varillas ϕ 12 mm c/ 20 cm	4 varillas ϕ 12 mm c/ 40 cm	1 varilla 12 mm c/20 cm
Tramo 1	Subtramo A	9 varillas ϕ 12 mm c/ 14 cm	5 varillas ϕ 12 mm c/ 25 cm	1 varilla 12 mm c/18 cm
	Subtramo B	9 varillas ϕ 12 mm c/ 15 cm	5 varillas ϕ 12 mm c/ 30 cm	1 varilla 12 mm c/20 cm

3.2.7 Diseño de cubierta metálica

Para diseñar la cubierta metálica se adoptó el mismo perfil especificado en los planos; no obstante, a fin de justificar dicha elección se procede a realizar la verificación de esfuerzos admisibles

Diseño a tensión

Miembro a tensión más crítico

$$P_u = 0,968 T$$

$$k = 1$$

$$L = 1,15 m$$

$$R_{ext} = 0,0762 m$$

$$R_{int} = 0,0732 m$$

$$e = 0,003 m$$

$$I = \frac{\pi[(R_{ext})^4 - (r_{int})^4]}{4}$$

$$I = \frac{\pi[(0,0762)^4 - (0,0732)^4]}{4}$$

$$I = 3,930 \times 10^{-6} m^4$$

$$A = \frac{\pi[(R_{ext})^2 - (r_{int})^2]}{4}$$

$$A = \frac{\pi[(0,0762)^2 - (0,0732)^2]}{4}$$

$$A = 3,52 \times 10^{-4} m^2$$

Radio de giro

$$R = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

$$R = \sqrt{\frac{3,930 \times 10^{-6} \text{ m}^4}{3,52 \times 10^{-4} \text{ m}^2}}$$

$$R = 0,106 \text{ m}$$

Cálculo de la fuerza admisible

Dado que:

(Ec. 69)

$$\frac{kL}{r} < 4,71 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$\frac{1(1,15)}{0,106} < 4,71 \sqrt{\frac{20389017,7}{25310,5}}$$

$$10,88 < 133,68$$

Se procede a calcular F_e y F_{cr} con las siguientes ecuaciones:

(Ec. 70)

$$F_e = \frac{\pi^2 * E}{\left(\frac{kL}{r}\right)^2}$$

$$F_e = \frac{\pi^2 * 20389017,7}{(10,88)^2}$$

$$F_e = 1698817,19 \frac{T}{m^2}$$

(Ec. 71)

$$F_{cr} = 0,658 \frac{F_y}{F_e} * F_y$$

$$F_{cr} = 0,658 \frac{25310,5}{1698817,19} * (25310,5)$$

$$F_{cr} = 25153.16 \frac{T}{m^2}$$

Finalmente se obtiene la fuerza axial permisible máxima (P_r) para este perfil

(Ec. 72)

$$P_r = (0,9)(F_{cr})(A)$$

$$P_r = (0,9)(25153,16)(3,52 \times 10^{-4})$$

$$P_r = 7,97 T$$

$$P_r > P_u \quad OK$$

Diseño a compresión

Miembro a compresión más crítico

$$P_u = 4,154 T$$

$$R_{ext} = 0,1524 m$$

$$R_{int} = 0,1474 m$$

$$e = 0,005 m$$

$$A = 0,00118 m^2$$

Fuerza a compresión permisible

(Ec. 73)

$$P_r = 0,9(A)(F_y)$$

$$P_r = 0,9(0,00118)(25310,5)$$

$$P_r = 26,82 T$$

$$P_r > P_u \quad OK$$

Los perfiles especificados en el plano cumplen con el esfuerzo admisible.

3.2.8 Revisión de desplazamientos

Derivas: Las derivas inelásticas de los pisos de la estructura se encuentran dentro del 2% admisible por la NEC-SE-DS. La deriva máxima de entrepiso es 0,006 de acuerdo a las figuras 3.38 y 3.39

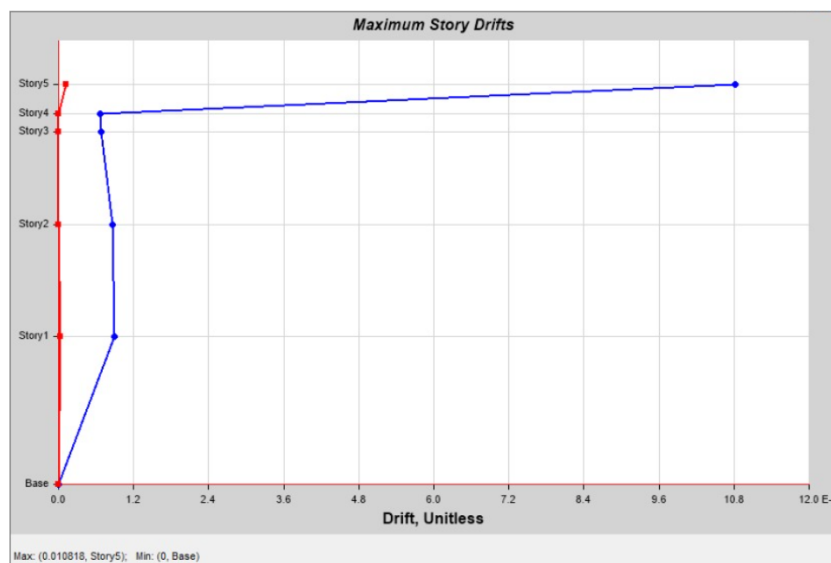


Figura 3.38 Derivas en sentido x de la nueva edificación

Fuente: Bonifaz y Solano

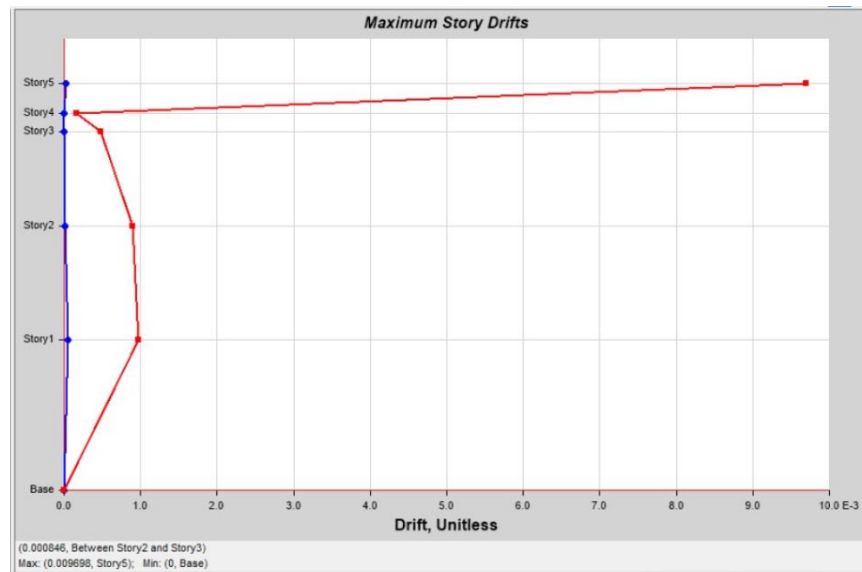


Figura 3.39 Derivas en sentido y de la nueva edificación
 Fuente: Bonifaz y Solano

Modos de vibración: Los dos primeros modos de vibración son traslacionales, por lo cual se espera que los elementos estructurales de la edificación no se vean sometidos a una torsión considerable durante un sismo.

Plan View - Story1 - Z = 4 (m) - Mode Shape (Modal) - Mode 1 - Period 0.357

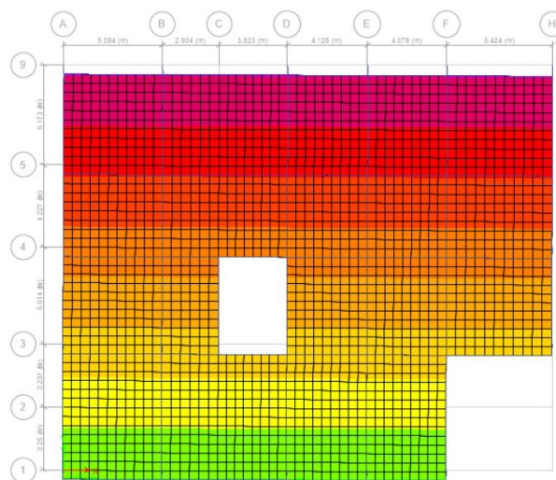


Figura 3.40 Primer modo de vibración de la nueva estructura
 Fuente: Bonifaz y Solano

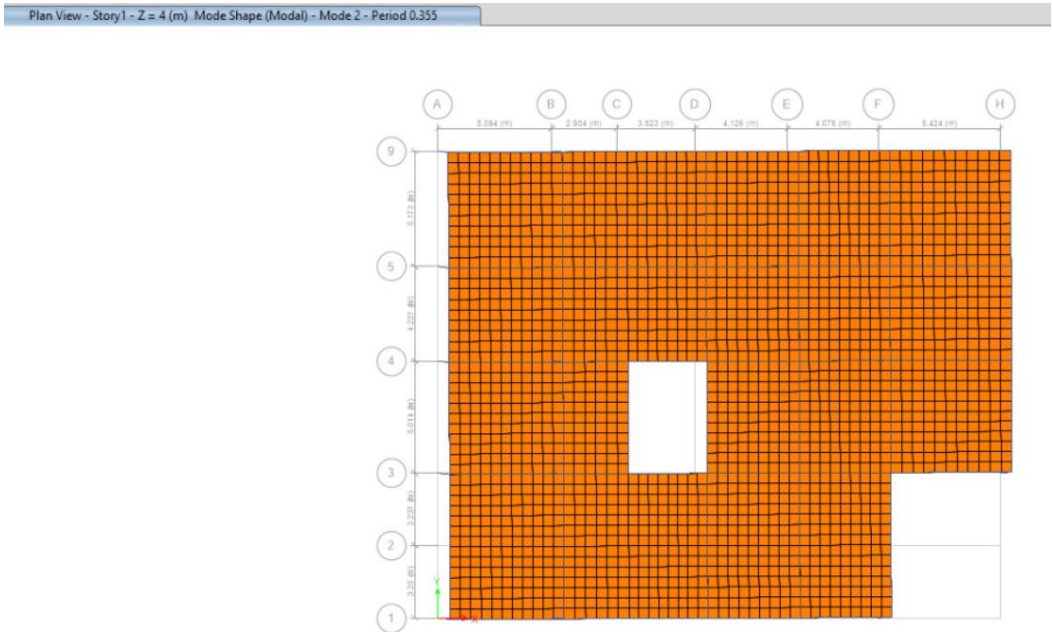


Figura 3.41 Segundo modo de vibración de la nueva estructura

Fuente: Bonifaz y Solano

Deformación por carga de servicio: La deformación de los elementos estructurales debido a la carga de servicio, no excede el máximo permisible según la normativa ACI 318 14. La deformación máxima es de 5,21 mm mientras que la permisible es 18 mm.

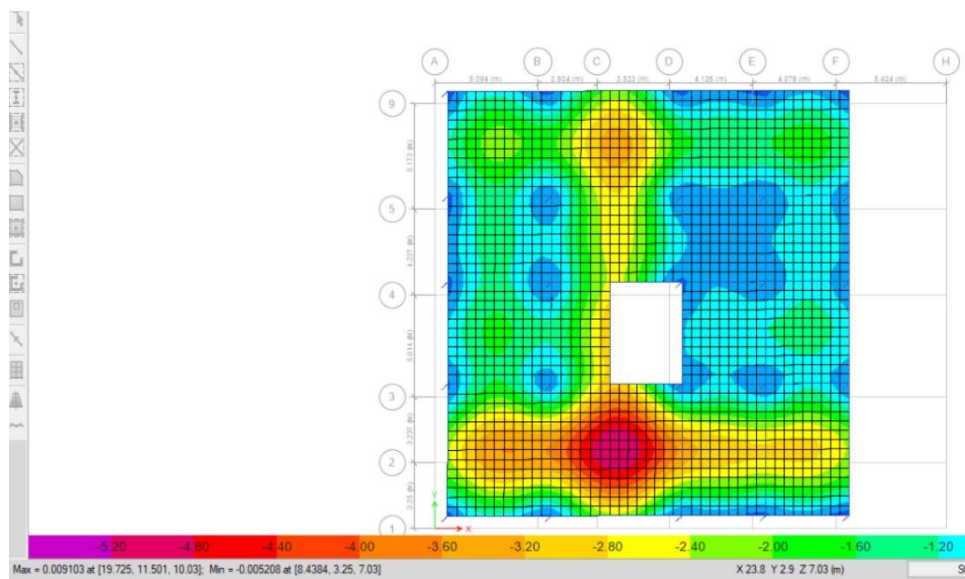


Figura 3.42 Deformaciones por carga de servicio para la nueva edificación

Fuente: Bonifaz y Solano

CAPÍTULO 4

4. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL

4.1 Objetivos

4.1.1 Objetivo general

- Elaborar un plan de mitigación analizando las actividades del proyecto y el impacto ambiental generado por cada una a fin de minimizar los daños ocasionados al ambiente durante la ejecución, operación y mantenimiento de la obra.

4.1.2 Objetivos específicos

- Evaluar las alternativas consideradas en el capítulo 2 desde un punto de vista ambiental para determinar el impacto generado por cada una.
- Identificar los elementos ambientales presentes en el área de estudio que pueden verse afectados en cada una de las etapas de la obra.

4.2 Descripción del proyecto

El presente proyecto busca implementar un nuevo edificio en la zona correspondiente a la antigua edificación –ubicado en la ciudad de Machala, Provincia de El Oro en la Calle Ayacucho, entre Pasaje y Sucre– donde el GAD Provincial de El Oro venía ejerciendo sus labores hasta el año 2012. Para ello, se han contemplado 4 alternativas: encamisado de acero, refuerzo con fibra de carbono, aumento de sección y demolición; las 3 primeras propuestas se enfocan en reutilizar el sistema estructural de la antigua edificación, mientras que la última propuesta busca levantar uno nuevo.

Por un lado, reforzar el sistema estructural no representa daños significativos al ambiente dado que la cantidad de residuos generada es mínima, además el medio socio-económico no se ve comprometido. La demolición de la estructura, en cambio, si representa alteraciones al medio ambiente debido a la generación de residuos, la contaminación acústica, contaminación del aire y afectación socio-económica, entre otros factores que se profundizarán más adelante en el presente capítulo. De igual manera, se busca proponer

medidas de mitigación que reduzcan el impacto generado durante la ejecución de la obra.

4.3 Línea base ambiental

En esta sección, se describen los elementos ambientales presentes en el área de estudio que podrían verse afectados por la ejecución de la obra.

Características físicas y químicas

Tierra: El tipo de suelo de la zona se caracteriza por estar compuesto en su mayoría por arcillas como la montmorillonita, vermiculita, beidelita, entre otras. La materia orgánica es carente debido a factores como la temperatura y la humedad que descomponen dicha materia a un ritmo tan acelerado que el suelo no tiene tiempo de retenerla. La textura del suelo es muy variada, y depende de la profundidad de excavación ya que los suelos son de origen sedimentario. Debido a la variación de temperaturas de la zona, el calor de la época de lluvia contribuye al lavaje de las bases e incrementa la presencia de iones de hidrógeno en la superficie, mientras que en la época seca las bases ascienden a la superficie debido a la evapotranspiración. (Yáñez, Espinoza, Pereira, & Ruiz, 2020)

Agua: La empresa encargada del servicio de distribución de agua potable y alcantarillado dentro de los barrios y parroquias de la ciudad de Machala es Aguas Machala EP.

Una de las fuentes de captación es el Río Casacay, donde el agua es conducida a la planta de potabilización “La Esperanza” a través de líneas de tuberías de alrededor de 7.40 Km. Una vez tratada, es conducida 8.28 Km hacia el tanque el Vergel donde es almacenada con el fin de ser distribuida hacia la ciudad de Machala. La producción promedio total de esta planta es de 780 l/s, en donde la dotación promedio para la ciudad de Machala es de 400 l/s.

Otra fuente de captación es el acuífero ubicado al Sur-Este de la ciudad de Machala y es tratada en la Planta Potabilizadora de “El Cambio” dotando alrededor de 600 l/s. (Aguas Machala EP, 2019)

Atmósfera: La temperatura promedio anual estimada del cantón Machala esta entre los 24 y 26 °C, según datos del Anuario Meteorológico del

INAMHI. Este cantón es influenciado por la incidencia de la corriente marina fría de Humboldt, ocasionado que las precipitaciones disminuyan en las zonas cercanas al Océano Pacífico. En la parte oriental, centro y sur del cantón la precipitación total anual está entre 500 a 750 mm, mientras que en la parte norte y suroccidental la precipitación está entre 250 a 500 mm.

Otro factor a considerar es la velocidad del viento que se registra en el territorio y está entre 2.0 m/s y 2.7 m/s, lo cual se considera como velocidades moderadas. (Aguas Machala EP, 2019)

Condiciones biológicas

Flora: Se pueden encontrar especies vegetales desde la orilla del mar cuyo ambiente es árido, hasta las zonas húmedas y selvosas que se encuentran a medida que se acercan a la cordillera. En las zonas cercanas al mar principalmente se puede hallar mangle, palo salado, alcaparra, palma de coco, tamarindo y tunas (Lopez et al., 2017). En las zonas de bosque podemos encontrar árboles nativos como lo son el cedro, canelo, guayacán, epifitas, achupalla, orquídeas y otros (Go Ecuador, 2020). Este cantón es popular en la industria del cultivo siendo el banano el principal producto para sembrar, pero también existen cultivos de maíz, tabaco, melón, maní, tomate, sandía, arroz, soya, cacao, aguacate, entre otras especies reguladas por el Ministerio del Ambiente. (Lopez et al. , 2017)

Fauna: Los animales que se encuentran en este cantón son los que comúnmente se pueden encontrar en la costa ecuatoriana. La principal concentración de fauna salvaje se da en la zona costera del cantón, específicamente en la Isla Santa Clara que tiene características similares a las Islas Galápagos y es el refugio de aves marinas, iguanas, fragatas, lobos marinos. Entre los meses de julio y septiembre hay avistamiento de ballenas jorobadas. (Go Ecuador, 2020)

Los mamíferos terrestres que habitaban el cantón han tenido que desplazarse debido a la destrucción de su entorno y poco a poco es menos frecuente su avistamiento, como lo son los monos negros, monos de brazo largo, tigrillos, pumas, guatusa, armadillo, oso hormiguero, saíno, etc (Lopez et al. , 2017).

Factores culturales

Usos de territorio: En los alrededores del área donde se encuentra ubicada la edificación, existen múltiples zonas comerciales como restaurantes, librerías, bisutería entre otras. La actividad comercial en dicha zona es moderada, no obstante, esta se incrementa en horas de la tarde y en tempranas horas de la noche.

Espacios de interés humano: Alrededor de la zona se encuentran lugares de interés público como iglesias, un centro de estudio, veterinarias y servicios de correo. Estos lugares albergan una gran cantidad de personas en sus horarios de atención, no obstante, dada la emergencia sanitaria actual la capacidad de estos se ve reducida. (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2001)

Social: Según el censo llevado a cabo en 2001, la ciudad de Machala representa el 41,4% de la población total de la provincia de El Oro y crece a una tasa de 2,9% anual. La población se caracteriza por ser joven, la edad promedio oscila entre los 20 años. La densidad poblacional oscila los 645 hab/km². Alrededor del 94% de la población reside en áreas urbanas, mientras que el 6% restante se encuentra en zonas rurales.

Servicios e infraestructura: Según los mapas de redes de transporte público de la ciudad, existen líneas que circulan por las vías correspondientes al área de construcción. Al ser una zona urbana, cuenta también con un depósito de residuos sólidos, servicio de recolección de basura, redes de agua, redes eléctricas y servicio de aguas residuales.

4.4 Actividades del proyecto

Demolición

Para demoler la edificación se empleará la técnica de demolición mecánica en conjunto con la demolición manual en casos que ameriten.

Tabla 4.1 Descripción de actividades a realizar – demolición

Fuente: Bonifaz y Solano

Fase	Labor	Factor ambiental	Acción
CONSTRUCCIÓN	Cerramiento de la zona	Social-Servicios e Infraestructura	Delimitación de la zona
		Atmósfera-Social	Generación de ruido
		Tierra-Social	Generación de residuos
		Tierra	Reciclaje de elementos arquitectónicos
	Retiro de elementos arquitectónicos e inmobiliario	Social-Atmósfera	Generación de ruido
		Tierra-Social	Generación de residuos
		Servicios e infraestructura	Consumo de energía
	Retiro de redes de agua potable, servicio eléctrico y AC	Atmósfera-Social	Generación de ruido
		Atmósfera-Social	Generación de hollín
		Servicios e infraestructura	Consumo de energía
		Tierra-Servicios e Infraestructura	Generación de residuos
	Retiro de cubierta	Atmósfera-Social	Generación de polvo
	Demolición de elementos estructurales	Atmósfera-Social	Generación de hollín
		Atmósfera-Social	Generación de ruido
		Tierra-Social	Derrame de químicos en el suelo
		Agua-Servicios e infraestructura	Generación de aguas residuales
Flora-Social		Daños a la cobertura vegetal	

Fase	Labor	Factor ambiental	Acción
		Fauna-Social	Afectación a las especies
		Social-Usos de territorio	Afectación a las estructuras cercanas
		Usos de territorio-Interés humano	Afectación a la economía
	Desbroce	Agua-Servicios e infraestructura	Generación de aguas residuales
		Flora-Social	Daños a la cobertura vegetal
		Fauna-Social	Afectación a las especies
		Espacios de interés humano - Social	Alteración a la calidad del paisaje
		Atmósfera-Social	Generación de hollín
		Tierra-Social	Afectación a las estructuras cercanas
		Atmósfera-Social	Generación de ruido
	Preparación del terreno	Atmósfera-Social	Generación de hollín
		Tierra-Social	Generación de residuos
		Tierra-Social	Generación de vibraciones
		Tierra-Social	Afectación a edificaciones cercanas
		Atmósfera-Social	Generación de ruido
	Construcción de la subestructura	Atmósfera-Social	Generación de hollín
		Tierra-Social	Generación de residuos
		Servicios e infraestructura	Consumo de electricidad
		Tierra-Social	Afectación a la morfología del suelo
		Tierra-Social	Afectación a edificaciones aledañas
		Atmósfera-Social	Generación de ruido
	Construcción de la superestructura	Atmósfera-Social	Generación de hollín
		Tierra-Social	Generación de residuos

Fase	Labor	Factor ambiental	Acción
		Servicios e infraestructura	Consumo de electricidad
		Atmósfera-Social	Generación de ruido
		Tierra-Flora-Fauna	Derrame de químicos en el suelo
	Fundición de elementos estructurales	Atmósfera-Social	Generación de ruido
		Agua-Servicios e infraestructura	Generación de aguas residuales
		Tierra-Social	Generación de residuos
		Atmósfera-Social	Generación de polvo
		Tierra-Flora-Fauna	Derrame de químicos en el suelo
		Atmósfera-Social	Generación de hollín
	Mampostería	Atmósfera-Social	Generación de ruido
		Tierra-Flora-Fauna	Derrame de químicos en el suelo
		Atmósfera-Social	Generación de hollín
		Agua-Servicios e infraestructura	Generación de aguas residuales
	Cubierta metálica	Atmósfera-Social	Generación de ruido
		Tierra-Social	Generación de residuos
		Servicios e infraestructura	Consumo de electricidad
Tierra-Flora-Fauna		Derrame de químicos en el suelo	
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Funcionamiento de instalaciones	Electricidad-Servicios e infraestructura	Consumo de energía eléctrica
		Agua-Servicios e infraestructura	Consumo de agua potable
		Agua-Servicios e infraestructura	Generación de aguas residuales
		Social	Uso de servicios e instalaciones
		Paisaje	Modificación al paisaje
	Desempeño sísmico	Social	Movimiento de la edificación
		Social	Afectación a edificaciones aledañas

Fase	Labor	Factor ambiental	Acción	
		Servicios e infraestructura	Afectación de los elementos estructurales	
	Servicios comunitarios	Social-Servicios e infraestructura	Aumento en los servicios a la comunidad	
	Movimiento comercial	Interés humano	Interés humano	Afectación a los comercios de la zona
		Interés humano	Interés humano	Atracción a nuevos inversionistas
		Servicios e infraestructura	Servicios e infraestructura	Afectación a los servicios de transporte público
		Servicios e infraestructura	Servicios e infraestructura	Afectación a la circulación de la zona
	Mantenimiento	Atmósfera-Social	Atmósfera-Social	Generación de ruido
		Tierra-Social	Tierra-Social	Generación de residuos
		Servicios e infraestructura	Servicios e infraestructura	Suspensión temporal de los servicios
	ABANDONO	Retiro de elementos arquitectónicos e inmobiliario	Social-Atmósfera	Generación de ruido
Tierra-Social			Generación de residuos	
Servicios e infraestructura			Consumo de energía	
Retiro de redes de agua potable, servicio eléctrico y AC		Atmósfera-Social	Atmósfera-Social	Generación de ruido
		Atmósfera-Social	Atmósfera-Social	Generación de hollín
		Servicios e infraestructura	Servicios e infraestructura	Consumo de energía
		Tierra-Servicios e Infraestructura	Tierra-Servicios e Infraestructura	Generación de residuos

Encamisado de acero

Tabla 4.2 Descripción de actividades a realizar - encamisado de acero

Fuente: Bonifaz y Solano

Fase	Labor	Factor ambiental	Acción
CONSTRUCCIÓN	Cerramiento de la zona	Social	Generación de residuos
	Retiro del revestimiento	Atmósfera-Social	Generación de residuos sólidos suspendidos
		Tierra-Social	Generación de residuos
		Atmósfera-Social	Generación de gases volátiles
		Servicios e infraestructura	Consumo de energía
	Retiro de servicio eléctrico y AC	Atmósfera-Social	Generación de ruido
		Servicios e infraestructura	Consumo de energía
		Tierra-Servicios e Infraestructura	Generación de residuos
	Perforación de contrapiso y losa	Atmósfera-Social	Generación de ruido
		Atmósfera-Social	Generación de residuos sólidos suspendidos
		Atmósfera-Social	Generación de gases volátiles
	Reforzamiento con perfiles metálicos	Servicios e infraestructura	Consumo de energía
		Atmósfera-Social	Generación de ruido
		Atmósfera-Social	Generación de gases volátiles
		Tierra-Social	Generación de residuos (material sobrante)
		Tierra-Social	Generación de residuos
		Social-Usos de territorio	Afectación a las estructuras cercanas
		Espacios de interés humano - Socia	Alteración a los espacios
		Usos de territorio-Interés humano	Afectación a la economía
	Protección con esmalte a las resinas	Agua-Servicios e infraestructura	Contaminación de alcantarillado sanitario
		Atmósfera-Social	Generación de gases volátiles
Espacios de interés		Tiempo de inhabilitación de	

Fase	Labor	Factor ambiental	Acción
		humano - Social	área
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Funcionamiento de instalaciones	Electricidad-Servicios e infraestructura	Consumo de energía eléctrica
		Electricidad-Servicios e infraestructura	Consumo de Aire acondicionado
		Agua-Servicios e infraestructura	Generación de aguas residuales
		Social	Uso de servicios e instalaciones
		Espacios de interés humano - Social	Modificación de áreas
	Desempeño sísmico	Social	Movimiento de la edificación
		Social	Afectación a edificaciones aledañas
		Servicios e infraestructura	Afectación de los elementos estructurales
	Servicios comunitarios	Social-Servicios e infraestructura	Servicios a la comunidad
	Movimiento comercial	Interés humano	Afectación a los comercios de la zona
		Interés humano	Atracción a nuevos inversionistas
		Servicios e infraestructura	Afectación a los servicios de transporte público
		Servicios e infraestructura	Afectación a la circulación de la zona
	Mantenimiento	Atmósfera-Social	Generación de ruido
		Tierra-Social	Generación de residuos
		Servicios e infraestructura	Suspensión temporal de los servicios
ABANDONO	Retiro de elementos arquitectónicos e inmobiliario	Social-Atmósfera	Generación de ruido
		Tierra-Social	Generación de residuos
		Servicios e infraestructura	Consumo de energía
	Retiro de redes de agua potable, servicio eléctrico y AC	Atmósfera-Social	Generación de ruido
		Atmósfera-Social	Generación de hollín
		Servicios e infraestructura	Consumo de energía
		Tierra-Servicios e Infraestructura	Generación de residuos

Refuerzo de sección

Tabla 4.3 Descripción de actividades - refuerzo de sección

Fuente: Bonifaz y Solano

Fase	Labor	Factor ambiental	Acción
CONSTRUCCIÓN	Cerramiento de la zona	Social	Generación de residuos
	Retiro del revestimiento	Atmósfera-Social	Generación de residuos sólidos suspendidos
		Tierra-Social	Generación de residuos
		Atmósfera-Social	Generación de gases volátiles
		Servicios e infraestructura	Consumo de energía
	Retiro de servicio eléctrico y AC	Atmósfera-Social	Generación de ruido
		Servicios e infraestructura	Consumo de energía
		Tierra-Servicios e Infraestructura	Generación de residuos
	Rompimiento de contrapiso	Atmósfera-Social	Generación de ruido
		Atmósfera-Social	Generación de residuos sólidos suspendidos
		Atmósfera-Social	Generación de gases volátiles
	Excavación	Atmósfera-Social	Generación de residuos sólidos suspendidos
		Tierra-Social	Obstaculización de circulación
	Colocación de acero y encofrado	Servicios e infraestructura	Consumo de energía
		Atmósfera-Social	Generación de ruido
		Atmósfera-Social	Generación de gases volátiles
		Tierra-Social	Generación de residuos (material sobrante)
		Tierra-Social	Generación de residuos
		Tierra-Social	Generación de residuos

Fase	Labor	Factor ambiental	Acción	
		Social-Usos de territorio	Afectación a las estructuras cercanas	
		Espacios de interés humano - Social	Alteración a los espacios	
		Usos de territorio-Interés humano	Afectación a la economía	
	Fundición del elemento	Agua-Servicios e infraestructura	Contaminación de alcantarillado sanitario	
		Atmósfera-Social	Generación de ruido	
		Atmósfera-Social	Generación de residuos sólidos suspendidos	
		Atmósfera-Social	Generación de gases volátiles	
		Espacios de interés humano - Social	Tiempo de inhabilitación de área	
	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Funcionamiento de instalaciones	Electricidad-Servicios e infraestructura	Consumo de energía eléctrica
			Electricidad-Servicios e infraestructura	Consumo de Aire acondicionado
Agua-Servicios e infraestructura			Generación de aguas residuales	
Social			Uso de servicios e instalaciones	
Espacios de interés humano - Social			Modificación de áreas	
Desempeño sísmico		Social	Movimiento de la edificación	
		Social	Afectación a edificaciones aledañas	
		Servicios e infraestructura	Afectación de los elementos estructurales	
Servicios comunitarios		Social-Servicios e infraestructura	Servicios a la comunidad	
Movimiento comercial		Interés humano	Afectación a los comercios de la zona	
		Interés humano	Atracción a nuevos inversionistas	
		Servicios e infraestructura	Afectación a los servicios de transporte público	
		Servicios e infraestructura	Afectación a la circulación de la zona	
Mantenimiento		Atmósfera-Social	Generación de ruido	
		Tierra-Social	Generación de residuos	

Fase	Labor	Factor ambiental	Acción
		Servicios e infraestructura	Suspensión temporal de los servicios
ABANDONO	Retiro de elementos arquitectónicos e inmobiliario	Social-Atmósfera	Generación de ruido
		Tierra-Social	Generación de residuos
		Servicios e infraestructura	Consumo de energía
	Retiro de redes de agua potable, servicio eléctrico y AC	Atmósfera-Social	Generación de ruido
		Atmósfera-Social	Generación de hollín
		Servicios e infraestructura	Consumo de energía
		Tierra-Servicios e Infraestructura	Generación de residuos

Refuerzo con fibra de carbono

Tabla 4.4 Descripción de actividades - refuerzo con fibra de carbono

Fuente: Bonifaz y Solano

Fase	Labor	Factor ambiental	Acción
CONSTRUCCIÓN	Cerramiento de la zona	Tierra-Social	Generación de residuos
	Aplicación del imprimador y saturante	Atmósfera-Social	Generación de residuos sólidos suspendidos
		Tierra-Social	Generación de residuos
		Atmósfera-Social	Generación de gases volátiles
		Servicios e infraestructura	Consumo de energía
		Atmósfera-Social	Generación de ruido
	Retiro de servicio eléctrico y AC	Servicios e infraestructura	Consumo de energía
		Tierra-Servicios e Infraestructura	Generación de residuos
		Atmósfera-Social	Generación de ruido
	Colocación de la capa de fibra	Atmósfera-Social	Generación de residuos sólidos suspendidos
		Atmósfera-Social	Generación de gases volátiles
		Atmósfera-Social	Generación de residuos
	Arenado en	Atmósfera-Social	Generación de residuos

Fase	Labor	Factor ambiental	Acción	
	húmedo		sólidos suspendidos	
		Tierra-Social	Obstaculización de circulación	
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Funcionamiento de instalaciones	Electricidad-Servicios e infraestructura	Consumo de energía eléctrica	
		Electricidad-Servicios e infraestructura	Consumo de Aire acondicionado	
		Agua-Servicios e infraestructura	Generación de aguas residuales	
		Social	Uso de servicios e instalaciones	
	Desempeño sísmico	Social	Movimiento de la edificación	
		Social	Afectación a edificaciones aledañas	
		Servicios e infraestructura	Afectación de los elementos estructurales	
	Servicios comunitarios	Social-Servicios e infraestructura	Servicios a la comunidad	
	Movimiento comercial	Interés humano	Afectación a los comercios de la zona	
		Interés humano	Atracción a nuevos inversionistas	
		Servicios e infraestructura	Afectación a los servicios de transporte público	
		Servicios e infraestructura	Afectación a la circulación de la zona	
	Mantenimiento	Atmósfera-Social	Generación de ruido	
		Atmósfera-Social	Generación de gases volátiles	
		Tierra-Social	Generación de residuos	
		Servicios e infraestructura	Suspensión temporal de los servicios	
	ABANDONO	Retiro de elementos arquitectónicos e inmobiliario	Social-Atmósfera	Generación de ruido
			Tierra-Social	Generación de residuos
			Servicios e infraestructura	Consumo de energía
		Retiro de redes de agua potable, servicio eléctrico y AC	Atmósfera-Social	Generación de ruido
Atmósfera-Social			Generación de hollín	
Servicios e infraestructura			Consumo de energía	
Tierra-Servicios e Infraestructura			Generación de residuos	

4.5 Identificación de impactos ambientales

Para identificar los impactos durante el ciclo de vida de la obra se optó por organizar mediante una matriz las relaciones causales entre cada acción y los factores ambientales que intervienen. Este proceso se realizó para cada alternativa propuesta, de esta forma se obtuvo los impactos ambientales en cada etapa del proyecto.

Para el desarrollo de la matriz se siguieron los pasos que se enuncian a continuación:

1. Describir las etapas del proyecto: construcción, operación y mantenimiento y abandono.
2. Colocar las labores que se llevarán a cabo dentro de cada etapa, estas coincidirán con los rubros del proyecto.
3. Colocar las acciones que generarán un mayor impacto dentro de cada labor, paralela a esta enumeración se colocarán los factores ambientales que intervienen en cada acción.
4. A cada acción le corresponderá un impacto ambiental, para el presente proyecto se tomó en consideración el impacto directo generado durante la ejecución de cada acción.

Para identificar los impactos ambientales suscitados en obra durante el desarrollo de una actividad, se debe tener un registro de los aspectos ambientales significativos y su alteración en el medio ambiente. Los impactos pueden clasificarse en directos o indirectos dependiendo de la incidencia en el medio; para el presente estudio se consideró los impactos directos más significativos a fin de focalizar las medidas de prevención y mitigación a estos problemas. El contenido de la matriz se asemeja al de un diagrama de redes, en el cual se colocan las acciones, el factor ambiental que interviene y el impacto generado.

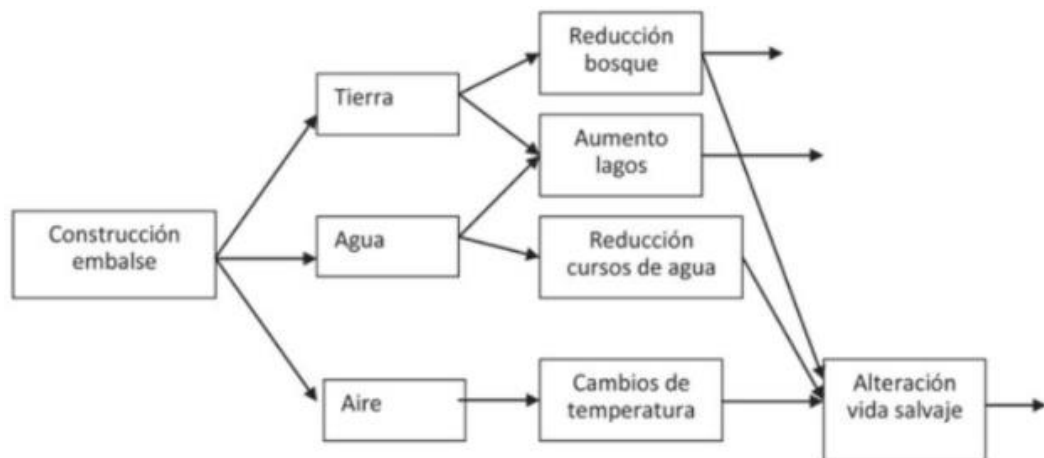


Figura 4.1 Ejemplo de diagrama de redes para la construcción de un embalse

Fuente: (López, 2013)

Para cada acción se consideró el impacto ambiental más significativo de tal forma que las medidas de mitigación se orienten en minimizar dicho problema. A continuación, se muestra un ejemplo para brindar una mejor comprensión sobre el desarrollo de la matriz, para ello se tomará el rubro de cerramiento de la zona correspondiente a la fase constructiva de la demolición:

- Alternativa: Demolición
- Fase: Construcción
- Labor: Cerramiento de la zona
- Acción: Delimitación de la zona
- Factor ambiental: Social – Servicios e infraestructura
- Impacto ambiental: Amotinamiento de vehículos (buses, taxis, etc.), ocasionando molestias a conductores y peatones.

En este caso, cerrar la zona ocasionaría amotinamiento en las vías alternas ya que el lugar donde se encuentra ubicado el edificio del proyecto representa una zona muy transitada. El amotinamiento sería evidente en las horas pico de la mañana y tarde, como consecuencia de ello se generarían accidentes de tránsito, retraso de la hora de llegada al trabajo, ruido debido al sonido de los vehículos, generación excesiva de hollín, entre otras.

No obstante, el impacto ambiental también puede clasificarse como positivo ya que beneficiará a los elementos ambientales implicados, por ejemplo:

- Alternativa: Demolición
- Fase: Operación y mantenimiento
- Labor: Funcionamiento de instalaciones
- Acción: Consumo de energía eléctrica
- Factor ambiental: Servicios e infraestructura
- Impacto ambiental: Menor consumo de energía eléctrica ya que se trata de una edificación nueva con instalaciones hechas conforme los reglamentos actuales.

En las tablas mostradas a continuación se enumeran los impactos ambientales para cada alternativa presentada.

Tabla 4.5 Impactos ambientales – demolición

Fuente: Bonifaz y Solano

Fase	Labor	Factor ambiental	Acción	Impacto ambiental
CONSTRUCCIÓN	Cerramiento de la zona	Social-Servicios e Infraestructura	Delimitación de la zona	Amotinamiento de vehículos (buses, taxis, etc.), ocasionando molestias a conductores y peatones.
		Atmósfera-Social	Generación de ruido	Molestias auditivas a trabajadores y personas que transitan o residen cerca de dicha zona.
		Tierra-Social	Generación de residuos	Accidentes ocasionados tanto al equipo de trabajo como peatones debido a los residuos.

Fase	Labor	Factor ambiental	Acción	Impacto ambiental
		Tierra	Reciclaje de elementos arquitectónicos	Clasificación correcta de los materiales provenientes del desmantelamiento de los elementos
	Retiro de elementos arquitectónicos e inmobiliario	Social-Atmósfera	Generación de ruido	Molestias auditivas a trabajadores y personas que transitan o residen cerca de dicha zona.
		Tierra-Social	Generación de residuos	Accidentes ocasionados tanto al equipo de trabajo como peatones debido a los elementos arquitectónicos e inmobiliarios retirados.
		Servicios e infraestructura	Consumo de energía	Gasto energético debido a las herramientas y a los aparatos empleados.
	Retiro de redes de agua potable, servicio eléctrico y AC	Atmósfera-Social	Generación de ruido	Molestias auditivas a trabajadores y personas que transitan o residen cerca de dicha zona.
		Atmósfera-Social	Generación de hollín	Afecciones y molestias respiratorias a los trabajadores y peatones que cruzan por la zona
		Servicios e infraestructura	Consumo de energía	Gasto energético debido a las herramientas y a los aparatos empleados.
		Tierra-Servicios e Infraestructura	Generación de residuos	Contaminación del suelo y posible suscitación de accidentes al personal y transeúntes
	Retiro de cubierta	Atmósfera-Social	Generación de polvo	Afecciones respiratorias y molestias en los ojos de los trabajadores y transeúntes (posible detección de asbesto)
	Demolición de elementos estructurales	Atmósfera-Social	Generación de hollín	Afecciones y molestias respiratorias a los trabajadores y peatones que cruzan por la zona

Fase	Labor	Factor ambiental	Acción	Impacto ambiental
		Atmósfera-Social	Generación de ruido	Molestias auditivas a trabajadores y personas que transitan o residen cerca de dicha zona.
		Tierra-Social	Derrame de químicos en el suelo	Afectación a insectos y plantas que absorben nutrientes del suelo
		Agua-Servicios e infraestructura	Generación de aguas residuales	Afectación a las aguas residuales que desembocan en el servicio de alcantarillado
		Flora-Social	Daños a la cobertura vegetal	Alteración al medio de las plantas cercanas a la zona
		Fauna-Social	Afectación a las especies	Alteración al ecosistema de aves e insectos de la zona
		Social-Usos de territorio	Afectación a las estructuras cercanas	Posibles daños causados a las edificaciones aledañas debido a la caída de elementos estructurales
		Usos de territorio-Interés humano	Afectación a la economía	Pérdidas económicas debido al malestar de las personas causado por los impactos de la demolición
	Desbroce	Agua-Servicios e infraestructura	Generación de aguas residuales	Contaminación de aguas residuales con residuos de concreto
		Flora-Social	Daños a la cobertura vegetal	Alteración al medio de las plantas cercanas a la zona
		Fauna-Social	Afectación a las especies	Alteración al ecosistema de las diferentes especies de aves e insectos en la zona
		Espacios de interés humano - Social	Alteración a la calidad del paisaje	Cambios en el paisaje y molestias ocasionadas a las personas en el parque
		Atmósfera-Social	Generación de hollín	Afecciones respiratorias al personal y transeúntes

Fase	Labor	Factor ambiental	Acción	Impacto ambiental
				que circulan por la zona
		Tierra-Social	Afectación a las estructuras cercanas	Posibles daños causados a las edificaciones aledañas debido a la limpieza de la zona con maquinaria
		Atmósfera-Social	Generación de ruido	Molestias auditivas a trabajadores y personas que transitan o residen cerca de dicha zona.
	Preparación del terreno	Atmósfera-Social	Generación de hollín	Afecciones respiratorias al personal y transeúntes que circulan por la zona
		Tierra-Social	Generación de residuos	Molestias ocasionadas a transeúntes y trabajadores debido a los restos de material particulado que caen en la zona durante el traslado
		Tierra-Social	Generación de vibraciones	Molestias ocasionadas a los habitantes por las vibraciones de la tierra.
		Tierra-Social	Afectación a edificaciones cercanas	Posibles daños a las cimentaciones de edificaciones adyacentes por la excavación del terreno
		Atmósfera-Social	Generación de ruido	Molestias auditivas a trabajadores y personas que transitan o residen cerca de dicha zona.
	Construcción de la subestructura	Atmósfera-Social	Generación de hollín	Afecciones respiratorias al personal y transeúntes que circulan por la zona
		Tierra-Social	Generación de residuos	Accidentes ocasionados tanto al equipo de trabajo como peatones debido a los residuos (clavos, madera, acero, entre otros)

Fase	Labor	Factor ambiental	Acción	Impacto ambiental
		Servicios e infraestructura	Consumo de electricidad	Gasto energético debido a las herramientas y a los aparatos empleados.
		Tierra-Social	Afectación a la morfología del suelo	Alteración del paisaje debido al cambio en el terreno
		Tierra-Social	Afectación a edificaciones aledañas	Posibles daños a las cimentaciones de edificaciones adyacentes por la excavación del terreno
		Atmósfera-Social	Generación de ruido	Molestias auditivas a trabajadores y personas que transitan o residen cerca de dicha zona.
	Construcción de la superestructura	Atmósfera-Social	Generación de hollín	Afecciones respiratorias al personal y transeúntes que circulan por la zona
		Tierra-Social	Generación de residuos	Accidentes ocasionados tanto al equipo de trabajo como peatones debido a los residuos (clavos, madera, acero, entre otros)
		Servicios e infraestructura	Consumo de electricidad	Gasto energético debido a las herramientas y a los aparatos empleados.
		Atmósfera-Social	Generación de ruido	Molestias auditivas a trabajadores y personas que transitan o residen cerca de dicha zona.
		Tierra-Flora-Fauna	Derrame de químicos en el suelo	Afectación a insectos y plantas que absorben nutrientes del suelo
		Fundición de elementos estructurales	Atmósfera-Social	Generación de ruido
	Agua-Servicios e infraestructura		Generación de aguas residuales	Contaminación de aguas residuales con residuos de concreto

Fase	Labor	Factor ambiental	Acción	Impacto ambiental
		Tierra-Social	Generación de residuos	Molestias a los trabajadores y transeúntes que circulan por la zona debido a la alteración del paisaje
		Atmósfera-Social	Generación de polvo	Afecciones respiratorias y molestias en los ojos de los trabajadores y transeúntes
		Tierra-Flora-Fauna	Derrame de químicos en el suelo	Afectación a insectos y plantas que absorben nutrientes del suelo
		Atmósfera-Social	Generación de hollín	Afecciones respiratorias al personal y transeúntes que circulan por la zona
	Mampostería	Atmósfera-Social	Generación de ruido	Molestias auditivas a trabajadores y personas que transitan o residen cerca de dicha zona.
		Tierra-Flora-Fauna	Derrame de químicos en el suelo	Afectación a insectos y plantas que absorben nutrientes del suelo
		Atmósfera-Social	Generación de hollín	Afecciones respiratorias al personal y transeúntes que circulan por la zona
		Agua-Servicios e infraestructura	Generación de aguas residuales	Contaminación de aguas residuales con residuos de concreto
	Cubierta metálica	Atmósfera-Social	Generación de ruido	Molestias auditivas a trabajadores y personas que transitan o residen cerca de dicha zona.
		Tierra-Social	Generación de residuos	Accidentes ocasionados tanto al equipo de trabajo como peatones debido a los residuos metálicos.

Fase	Labor	Factor ambiental	Acción	Impacto ambiental
		Servicios e infraestructura	Consumo de electricidad	Gasto energético debido a las herramientas y a los aparatos empleados.
		Tierra-Flora-Fauna	Derrame de químicos en el suelo	Afectación a insectos y plantas que absorben nutrientes del suelo
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Funcionamiento de instalaciones	Electricidad-Servicios e infraestructura	Consumo de energía eléctrica	Menor consumo de energía ya que se trata de un edificio nuevo
		Agua-Servicios e infraestructura	Consumo de agua potable	Menor consumo de agua ya que se utilizará un sistema más eficiente
		Agua-Servicios e infraestructura	Generación de aguas residuales	Mayor control de las aguas servidas a través de una red más eficiente
		Social	Uso de servicios e instalaciones	Mayor comodidad a las personas por el uso de los servicios e instalaciones nuevas y en óptimas condiciones
		Paisaje	Modificación al paisaje	Mejoría en la calidad del paisaje debido a la fachada del nuevo edificio
	Desempeño sísmico	Social	Movimiento de la edificación	Mayor seguridad a sus ocupantes durante un sismo ya que el edificio nuevo se realizó bajo la normativa más reciente
		Social	Afectación a edificaciones aledañas	Afectaciones mínimas a las edificaciones aledañas y personas que circulan

Fase	Labor	Factor ambiental	Acción	Impacto ambiental	
				por dicho lugar durante un sismo	
		Servicios e infraestructura	Afectación de los elementos estructurales	Reducción de los daños a elementos estructurales	
	Servicios comunitarios	Social-Servicios e infraestructura	Aumento en los servicios a la comunidad	Ampliación de los servicios otorgados por la institución a la comunidad	
	Movimiento comercial	Interés humano	Afectación a los comercios de la zona	Mayor movimiento comercial en la zona debido a la presencia del nuevo edificio	
		Interés humano	Atracción a nuevos inversionistas	Incremento en la cantidad de negocios cerca de la zona	
		Servicios e infraestructura	Afectación a los servicios de transporte público	Aumento en la cantidad de pasajeros	
		Servicios e infraestructura	Afectación a la circulación de la zona	Aumento del tráfico en la zona	
	Mantenimiento	Atmósfera-Social	Generación de ruido	Molestias auditivas a los trabajadores y ocupantes del edificio	
		Tierra-Social	Generación de residuos	Molestias a las personas debido a la presencia de residuos en la edificación	
		Servicios e infraestructura	Suspensión temporal de los servicios	Molestias debido a la suspensión temporal de los servicios básicos	
	ABANDONO	Retiro de elementos arquitectónicos e inmobiliario	Social-Atmósfera	Generación de ruido	Molestias auditivas a trabajadores y personas que transitan o residen cerca de dicha zona.
			Tierra-Social	Generación de residuos	Accidentes ocasionados tanto al equipo de trabajo como peatones debido a los elementos

Fase	Labor	Factor ambiental	Acción	Impacto ambiental
				arquitectónicos e inmobiliarios retirados.
		Servicios e infraestructura	Consumo de energía	Gasto energético debido a las herramientas y a los aparatos empleados.
	Retiro de redes de agua potable, servicio eléctrico y AC	Atmósfera-Social	Generación de ruido	Molestias auditivas a trabajadores y personas que transitan o residen cerca de dicha zona.
		Atmósfera-Social	Generación de hollín	Afecciones y molestias respiratorias a los trabajadores y peatones que cruzan por la zona
		Servicios e infraestructura	Consumo de energía	Gasto energético debido a las herramientas y a los aparatos empleados.
		Tierra-Servicios e Infraestructura	Generación de residuos	Contaminación del suelo y posible suscitación de accidentes al personal y transeúntes

Tabla 4.6 Impactos ambientales - Encamisado de acero

Fuente: Bonifaz y Solano

Fase	Labor	Factor ambiental	Acción	Impacto ambiental
CONSTRUCCIÓN	Cerramiento de la zona	Tierra-Social	Generación de residuos	Accidentes ocasionados al equipo de trabajo debido a los residuos como clavos, tablas, entre otros elementos.
	Retiro del revestimiento	Atmósfera-Social	Generación de residuos sólidos suspendidos	Afecciones respiratorias al personal debido al polvo retirado.
		Tierra-Social	Generación de residuos	Molestias al personal de trabajo debido a los residuos en el suelo (escombros).

		Atmósfera-Social	Generación de gases volátiles	Afecciones respiratorias al personal debido al olor de los químicos.
		Servicios e infraestructura	Consumo de energía	Gasto energético debido a las herramientas y a los aparatos empleados.
	Retiro de servicio eléctrico y AC	Atmósfera-Social	Generación de ruido	Molestias auditivas a trabajadores y personas que transitan o residen cerca de dicha zona.
		Servicios e infraestructura	Consumo de energía	Gasto energético debido a las herramientas y a los aparatos empleados.
		Tierra-Servicios e Infraestructura	Generación de residuos	Contaminación del suelo y posible suscitación de accidentes al personal y transeúntes.
	Perforación de contrapiso y losa	Atmósfera-Social	Generación de ruido	Molestias auditivas al personal que trabaja en la zona y a las personas cerca de la zona
		Atmósfera-Social	Generación de residuos sólidos suspendidos	Afecciones respiratorias al personal debido al polvo.
		Atmósfera-Social	Generación de gases volátiles	Afecciones respiratorias al personal por el humo generado en los equipos a diésel.
	Reforzamiento con perfiles metálicos	Servicios e infraestructura	Consumo de energía	Gasto energético debido a las herramientas y a los aparatos empleados.
		Atmósfera-Social	Generación de ruido	Molestias auditivas a trabajadores y personas que transitan o residen cerca de dicha zona.
		Atmósfera-Social	Generación de gases volátiles	Generación de olores fuertes que ocasiona problemas respiratorios al personal.
		Tierra-Social	Generación de residuos (material sobrante)	Accidentes ocasionados al equipo de trabajo debido a los residuos de perfiles metálicos.
		Tierra-Social	Generación de residuos	Molestias al personal de trabajo debido a los residuos en el suelo (escombros).
		Social-Usos de territorio	Afectación a las estructuras cercanas	Posibles daños causados a las edificaciones aledañas debido al movimiento de materiales y equipos de trabajo

		Espacios de interés humano - Social	Alteración a los espacios	Cambios de espacios en el edificio obliga a mover mobiliarios.
		Usos de territorio-Interés humano	Afectación a la economía	Pérdidas económicas debido al malestar de las personas causado por los impactos de la intervención de la estructura
	Protección con esmalte a las resinas	Agua-Servicios e infraestructura	Contaminación de alcantarillado sanitario	Contaminación de agua con pinturas al servicio de alcantarillado sanitario.
		Atmósfera-Social	Generación de gases volátiles	Generación de olores fuertes que ocasiona problemas respiratorios al personal.
		Espacios de interés humano - Social	Tiempo de inhabilitación de área	El área en donde se realiza el trabajo no podrá ser transitada por un tiempo determinado hasta que no genere molestias.
	Funcionamiento de instalaciones	Electricidad-Servicios e infraestructura	Consumo de energía eléctrica	Restablecimiento de flujo de energía eléctrica en la zona donde se hizo el trabajo.
		Electricidad-Servicios e infraestructura	Consumo de Aire acondicionado	Restablecimiento de sistemas de aire acondicionados.
		Agua-Servicios e infraestructura	Generación de aguas residuales	Mayor control de las aguas servidas a través de una red más eficiente
		Social	Uso de servicios e instalaciones	Mayor comodidad a las personas por el uso de los servicios e instalaciones arregladas.
		Espacios de interés humano - Social	Modificación de áreas	Cambio en las áreas disponibles hace replantear las instalaciones existentes.
Desempeño sísmico	Social	Movimiento de la edificación	Mayor seguridad a sus ocupantes durante un sismo ya que se reforzaron con acero los elementos estructurales.	
	Social	Afectación a edificaciones aledañas	Afectaciones mínimas a las edificaciones aledañas y personas que circulan por dicho lugar durante un sismo	
	Servicios e infraestructura	Afectación de los elementos estructurales	Reducción de los daños a elementos estructurales	
Servicios comunitarios	Social-Servicios e infraestructura	Servicios a la comunidad	Mejora de los servicios otorgados por la institución a la comunidad	

	Movimiento comercial	Interés humano	Afectación a los comercios de la zona	Mayor movimiento comercial en la zona debido a la rehabilitación del edificio.
		Interés humano	Atracción a nuevos inversionistas	Incremento en la cantidad de negocios cerca de la zona
		Servicios e infraestructura	Afectación a los servicios de transporte público	Aumento en la frecuencia de usuarios en la zona.
		Servicios e infraestructura	Afectación a la circulación de la zona	Aumento del tráfico en la zona
	Mantenimiento	Atmósfera-Social	Generación de ruido	Molestias auditivas a los trabajadores y ocupantes del edificio
		Tierra-Social	Generación de residuos	Molestias a las personas debido a la presencia de residuos en la edificación
		Servicios e infraestructura	Suspensión temporal de los servicios	Molestias debido a la suspensión temporal de los servicios básicos
ABANDONO	Retiro de elementos arquitectónicos e inmobiliario	Social-Atmósfera	Generación de ruido	Molestias auditivas a trabajadores y personas que transitan o residen cerca de dicha zona.
		Tierra-Social	Generación de residuos	Accidentes ocasionados tanto al equipo de trabajo como peatones debido a los elementos arquitectónicos e inmobiliarios retirados.
		Servicios e infraestructura	Consumo de energía	Gasto energético debido a las herramientas y a los aparatos empleados.
	Retiro de redes de agua potable, servicio eléctrico y AC	Atmósfera-Social	Generación de ruido	Molestias auditivas a trabajadores y personas que transitan o residen cerca de dicha zona.
		Atmósfera-Social	Generación de hollín	Afecciones y molestias respiratorias a los trabajadores y peatones que cruzan por la zona
		Servicios e infraestructura	Consumo de energía	Gasto energético debido a las herramientas y a los aparatos empleados.
		Tierra-Servicios e Infraestructura	Generación de residuos	Contaminación del suelo y posible suscitación de accidentes al personal y transeúntes

Tabla 4.7 Impactos ambientales - Refuerzo de sección

Fuente: Bonifaz y Solano

Fase	Labor	Factor ambiental	Acción	Impacto ambiental
CONSTRUCCIÓN	Cerramiento de la zona	Tierra-Social	Generación de residuos	Accidentes ocasionados al equipo de trabajo debido a los residuos como clavos, tablas, entre otros elementos.
	Retiro del revestimiento	Atmósfera-Social	Generación de residuos sólidos suspendidos	Afecciones respiratorias al personal debido al polvo retirado.
		Tierra-Social	Generación de residuos	Molestias al personal de trabajo debido a los residuos en el suelo (escombros).
		Atmósfera-Social	Generación de gases volátiles	Afecciones respiratorias al personal debido al olor de los químicos.
		Servicios e infraestructura	Consumo de energía	Gasto energético debido a las herramientas y a los aparatos empleados.
	Retiro de servicio eléctrico y AC	Atmósfera-Social	Generación de ruido	Molestias auditivas a trabajadores y personas que transitan o residen cerca de dicha zona.
		Servicios e infraestructura	Consumo de energía	Gasto energético debido a las herramientas y a los aparatos empleados.
		Tierra-Servicios e Infraestructura	Generación de residuos	Contaminación del suelo y posible suscitación de accidentes al personal y transeúntes.
	Rompimiento de contrapiso	Atmósfera-Social	Generación de ruido	Molestias auditivas al personal que trabaja en la zona y a las personas cerca de la zona
		Atmósfera-Social	Generación de residuos sólidos suspendidos	Afecciones respiratorias al personal debido al polvo.

		Atmósfera-Social	Generación de gases volátiles	Afecciones respiratorias al personal por el humo generado en los equipos a diésel.
	Excavación	Atmósfera-Social	Generación de residuos sólidos suspendidos	Afecciones respiratorias y molestias en los ojos de los trabajadores.
		Tierra-Social	Obstaculización de circulación	Molestias a los trabajadores y personas que circulan por la zona.
	Colocación de acero y encofrado	Servicios e infraestructura	Consumo de energía	Gasto energético debido a las herramientas y a los aparatos empleados.
		Atmósfera-Social	Generación de ruido	Molestias auditivas a trabajadores y personas que transitan o residen cerca de dicha zona.
		Atmósfera-Social	Generación de gases volátiles	Generación de olores fuertes que ocasiona problemas respiratorios al personal.
		Tierra-Social	Generación de residuos (material sobrante)	Accidentes ocasionados al equipo de trabajo debido a los residuos de acero y alambres.
		Tierra-Social	Generación de residuos	Accidentes ocasionados al equipo de trabajo debido a los residuos como clavos, tablas, entre otros elementos.
		Tierra-Social	Generación de residuos	Molestias al personal de trabajo debido a los residuos en el suelo (escombros).
		Social-Usos de territorio	Afectación a las estructuras cercanas	Posibles daños causados a las edificaciones aledañas debido al movimiento de materiales y equipos de trabajo
		Espacios de interés humano - Socia	Alteración a los espacios	Cambios de espacios en el edificio obliga a mover mobiliarios.
		Usos de territorio-Interés humano	Afectación a la economía	Pérdidas económicas debido al malestar de las personas causado por los impactos de la intervención de la estructura
	Fundición del elemento	Agua-Servicios e infraestructura	Contaminación de alcantarillado sanitario	Alteración de las propiedades del agua subterránea y daños en el sistema de aguas servidas.
		Atmósfera-Social	Generación de ruido	Molestias auditivas al personal que trabaja en la zona y a las personas cercanas.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		Atmósfera-Social	Generación de residuos sólidos suspendidos	Afecciones respiratorias y molestias en los ojos de los trabajadores.
		Atmósfera-Social	Generación de gases volátiles	Generación de olores fuertes por químicos que ocasiona problemas respiratorios al personal.
		Espacios de interés humano - Social	Tiempo de inhabilitación de área	El área en donde se realiza el trabajo no podrá ser transitada por un tiempo determinado hasta que no genere molestias.
	Funcionamiento de instalaciones	Electricidad-Servicios e infraestructura	Consumo de energía eléctrica	Restablecimiento de flujo de energía eléctrica en la zona donde se hizo el trabajo.
		Electricidad-Servicios e infraestructura	Consumo de Aire acondicionado	Restablecimiento de sistemas de aire acondicionados.
		Agua-Servicios e infraestructura	Generación de aguas residuales	Mayor control de las aguas servidas a través de una red más eficiente
		Social	Uso de servicios e instalaciones	Mayor comodidad a las personas por el uso de los servicios e instalaciones arregladas.
		Espacios de interés humano - Social	Modificación de áreas	Cambio en las áreas disponibles hace replantear las instalaciones existentes.
	Desempeño sísmico	Social	Movimiento de la edificación	Mayor seguridad a sus ocupantes durante un sismo ya que se reforzaron los elementos estructurales.
		Social	Afectación a edificaciones aledañas	Afectaciones mínimas a las edificaciones aledañas y personas que circulan por dicho lugar durante un sismo
		Servicios e infraestructura	Afectación de los elementos estructurales	Reducción de los daños a elementos estructurales
	Servicios comunitarios	Social-Servicios e infraestructura	Servicios a la comunidad	Mejora de los servicios otorgados por la institución a la comunidad
	Movimiento comercial	Interés humano	Afectación a los comercios de la zona	Mayor movimiento comercial en la zona debido a la rehabilitación del edificio.
		Interés humano	Atracción a nuevos inversionistas	Incremento en la cantidad de negocios cerca de la zona

		Servicios e infraestructura	Afectación a los servicios de transporte público	Aumento en la frecuencia de usuarios en la zona.	
		Servicios e infraestructura	Afectación a la circulación de la zona	Aumento del tráfico en la zona	
	Mantenimiento	Atmósfera-Social	Generación de ruido	Molestias auditivas a los trabajadores y ocupantes del edificio	
		Tierra-Social	Generación de residuos	Molestias a las personas debido a la presencia de residuos en la edificación	
		Servicios e infraestructura	Suspensión temporal de los servicios	Molestias debido a la suspensión temporal de los servicios básicos	
	ABANDONO	Retiro de elementos arquitectónicos e inmobiliario	Social-Atmósfera	Generación de ruido	Molestias auditivas a trabajadores y personas que transitan o residen cerca de dicha zona.
			Tierra-Social	Generación de residuos	Accidentes ocasionados tanto al equipo de trabajo como peatones debido a los elementos arquitectónicos e inmobiliarios retirados.
Servicios e infraestructura			Consumo de energía	Gasto energético debido a las herramientas y a los aparatos empleados.	
Retiro de redes de agua potable, servicio eléctrico y AC		Atmósfera-Social	Generación de ruido	Molestias auditivas a trabajadores y personas que transitan o residen cerca de dicha zona.	
		Atmósfera-Social	Generación de hollín	Afecciones y molestias respiratorias a los trabajadores y peatones que cruzan por la zona	
		Servicios e infraestructura	Consumo de energía	Gasto energético debido a las herramientas y a los aparatos empleados.	
		Tierra-Servicios e Infraestructura	Generación de residuos	Contaminación del suelo y posible suscitación de accidentes al personal y transeúntes	

Tabla 4.8 Impactos ambientales - Refuerzo con fibra de carbono

Fuente: Bonifaz y Solano

Fase	Labor	Factor ambiental	Acción	Impacto ambiental
CONSTRUCCIÓN	Cerramiento de la zona	Tierra-Social	Generación de residuos	Accidentes ocasionados al equipo de trabajo debido a los residuos como clavos, tablas, entre otros elementos.
	Aplicación del imprimador y saturante	Atmósfera-Social	Generación de residuos sólidos suspendidos	Afecciones respiratorias al personal debido al polvo retirado.
		Tierra-Social	Generación de residuos	Molestias al personal de trabajo debido a los residuos en el suelo (escombros).
		Atmósfera-Social	Generación de gases volátiles	Afecciones respiratorias al personal debido al olor de los químicos.
		Servicios e infraestructura	Consumo de energía	Gasto energético debido a las herramientas y a los aparatos empleados.
	Retiro de servicio eléctrico y AC	Atmósfera-Social	Generación de ruido	Molestias auditivas a trabajadores y personas que transitan o residen cerca de dicha zona.
		Servicios e infraestructura	Consumo de energía	Gasto energético debido a las herramientas y a los aparatos empleados.
		Tierra-Servicios e Infraestructura	Generación de residuos	Contaminación del suelo y posible suscitación de accidentes al personal y transeúntes.
	Colocación de la capa de fibra	Atmósfera-Social	Generación de ruido	Molestias auditivas al personal que trabaja en la zona y a las personas cerca de la zona
		Atmósfera-Social	Generación de residuos sólidos suspendidos	Afecciones respiratorias al personal debido al polvo.
		Atmósfera-Social	Generación de gases volátiles	Afecciones respiratorias al personal debido al olor de la fibra de carbono.

Fase	Labor	Factor ambiental	Acción	Impacto ambiental
	Arenado en húmedo	Atmósfera-Social	Generación de residuos sólidos suspendidos	Afecciones respiratorias y molestias en los ojos de los trabajadores.
		Tierra-Social	Obstaculización de circulación	Molestias a los trabajadores y personas que circulan por la zona.
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Funcionamiento de instalaciones	Electricidad-Servicios e infraestructura	Consumo de energía eléctrica	Restablecimiento de flujo de energía eléctrica en la zona donde se hizo el trabajo.
		Electricidad-Servicios e infraestructura	Consumo de Aire acondicionado	Restablecimiento de sistemas de aire acondicionados.
		Agua-Servicios e infraestructura	Generación de aguas residuales	Mayor control de las aguas servidas a través de una red más eficiente
		Social	Uso de servicios e instalaciones	Mayor comodidad a las personas por el uso de los servicios e instalaciones arregladas.
	Desempeño sísmico	Social	Movimiento de la edificación	Mayor seguridad a sus ocupantes durante un sismo ya que se reforzaron los elementos estructurales con fibra de carbono.
		Social	Afectación a edificaciones aledañas	Afectaciones mínimas a las edificaciones aledañas y personas que circulan por dicho lugar durante un sismo
		Servicios e infraestructura	Afectación de los elementos estructurales	Reducción de los daños a elementos estructurales
	Servicios comunitarios	Social-Servicios e infraestructura	Servicios a la comunidad	Mejora de los servicios otorgados por la institución a la comunidad
	Movimiento comercial	Interés humano	Afectación a los comercios de la zona	Mayor movimiento comercial en la zona debido a la rehabilitación del edificio.
		Interés humano	Atracción a nuevos inversionistas	Incremento en la cantidad de negocios cerca de la zona
		Servicios e infraestructura	Afectación a los servicios de transporte público	Aumento en la frecuencia de usuarios en la zona.

Fase	Labor	Factor ambiental	Acción	Impacto ambiental
		Servicios e infraestructura	Afectación a la circulación de la zona	Aumento del tráfico en la zona
	Mantenimiento	Atmósfera-Social	Generación de ruido	Molestias auditivas a los trabajadores y ocupantes del edificio
		Atmósfera-Social	Generación de gases volátiles	Afecciones respiratorias al personal debido al olor de los químicos usados.
		Tierra-Social	Generación de residuos	Molestias a las personas debido a la presencia de residuos en la edificación
		Servicios e infraestructura	Suspensión temporal de los servicios	Molestias debido a la suspensión temporal de los servicios básicos
ABANDONO	Retiro de elementos arquitectónicos e inmobiliario	Social-Atmósfera	Generación de ruido	Molestias auditivas a trabajadores y personas que transitan o residen cerca de dicha zona.
		Tierra-Social	Generación de residuos	Accidentes ocasionados tanto al equipo de trabajo como peatones debido a los elementos arquitectónicos e inmobiliarios retirados.
		Servicios e infraestructura	Consumo de energía	Gasto energético debido a las herramientas y a los aparatos empleados.
	Retiro de redes de agua potable, servicio eléctrico y AC	Atmósfera-Social	Generación de ruido	Molestias auditivas a trabajadores y personas que transitan o residen cerca de dicha zona.
		Atmósfera-Social	Generación de hollín	Afecciones y molestias respiratorias a los trabajadores y peatones que cruzan por la zona
		Servicios e infraestructura	Consumo de energía	Gasto energético debido a las herramientas y a los aparatos empleados.
		Tierra-Servicios e Infraestructura	Generación de residuos	Contaminación del suelo y posible suscitación de accidentes al personal y transeúntes

4.6 Valoración de impactos ambientales

Una vez identificados los impactos ambientales dentro de cada etapa del proyecto, es necesario realizar una valoración a través de una escala cuantificable para determinar así los que causarán mayor incidencia en el medio. Cabe recalcar que para el presente estudio se empleará una valoración cualitativa en cada parámetro de calificación de acuerdo a lo especificado por Tito (2020).

Escala de valoración según Tito

Dentro de esta escala de valoración cualitativa se colocan parámetros de calificación y se les asigna un valor de 0 a 1 según el criterio del ingeniero encargado del estudio, la suma de todos los parámetros debe dar un total de 1. Para el presente estudio se consideraron 4 parámetros para cada impacto ambiental: extensión, duración, recuperabilidad y peligrosidad; no obstante, para cada impacto se asignó una ponderación diferente para cada parámetro. A continuación, se describe un ejemplo de cómo se realizó la ponderación de cada parámetro:

- Alternativa: Demolición
- Fase: Construcción
- Labor: Cerramiento de la zona
- Acción: Delimitación de la zona
- Factor ambiental: Social – Servicio e infraestructura
- Impacto ambiental: Amotinamiento de vehículos (buses, taxis, etc.), ocasionando molestias a conductores y peatones.
- Parámetros de calificación: extensión (0,3), duración (0,4), recuperabilidad (0,2) y peligrosidad (0,1).

La duración adopta una mayor ponderación dado que las molestias causadas por el cercamiento de la zona pueden llevar gran parte de la fase constructiva de la obra; la extensión adopta la segunda ponderación más alta debido a que se verán afectadas las calles aledañas por el

amotinamiento de vehículos; la recuperabilidad por otro lado se le asignó una menor puntuación dado que una vez concluida la fase constructiva de la obra, el tránsito de la zona volverá a la normalidad; finalmente la peligrosidad adopta el menor valor dentro de los parámetros ya que no representará un peligro considerable a los peatones y conductores si se toman las debidas precauciones.

Una vez ingresados los parámetros de calificación, se continuará con la asignación de valores del 1 al 10 correspondientes a la calificación destinada a cada parámetro; a su vez esta calificación se multiplicará con la ponderación asignada previamente para finalmente sumar los valores y obtener una calificación parcial entre 1 y 10 puntos, a este resultado se le denomina valor de importancia del impacto ambiental (Imp). Para la valoración de cada parámetro se basó en las siguientes tablas correspondientes a la escala de valoración de Tito.

Tabla 4.9 Escala de valoración para impactos ambientales

Fuente: Tito (2020)

Característica	Puntaje				
	1	2,5	5	7,5	10
Extensión	Puntual	Particular	Local	Generalizada	Regional
Duración	Esporádica	Temporal	Periódica	Recurrente	Permanente
Reversibilidad	Completamente reversible	Medianamente reversible	Parcialmente irreversible	Medianamente irreversible	Completamente irreversible
Magnitud (incidencia sobre factor ambiental)	Poca incidencia		Mediana incidencia	Alta incidencia	

Dentro del impacto mencionado anteriormente se asignó las siguientes calificaciones para cada parámetro:

- Extensión: Se asignó un valor de 5 ya que el malestar ocasionado a peatones y conductores por el cerramiento de calles se extiende hasta las avenidas aledañas de la calle donde se encuentra la obra.
- Duración: Se asignó un valor de 5 ya que el cerramiento de la zona solo se realizará durante ciertas etapas de la fase constructiva y en

ciertos horarios, a esto le corresponde una duración de carácter periódico.

- Recuperabilidad: Puesto que se trata de un impacto reversible se le asignó la calificación de 1, esto ya que una vez que termine la fase constructiva las calles obstaculizadas volverán a la normalidad.
- Peligrosidad: Se le asignó una calificación de 2,5 a la peligrosidad ya que no representa un peligro significativo a peatones ni conductores, al delimitar la zona de trabajo se evitan accidentes generados por algún imprevisto en obra salvaguardando así la integridad de las personas.

Una vez obtenida la calificación total de los anteriores parámetros, se procede a cuantificar la magnitud del impacto; es decir, la incidencia que tiene este sobre el factor ambiental. Para el ejemplo que se está describiendo se asignó una calificación de 1; ya que, si bien el impacto guarda incidencia sobre el medio social, esta no se da de forma continua y solo afecta a las personas que recurren a dicha ruta para llegar a su destino. Además, con un correcto plan de mitigación se podrá minimizar el impacto a cero.

Finalmente, para cuantificar el impacto ambiental (IA) se utiliza a la siguiente ecuación:

$$Imp = (0,3 * 5) + (0,4 * 5) + (0,2 * 1) + (0,1 * 2,5)$$

$$Imp = 3,95$$

$$IA = \sqrt{Imp * Magnitud}$$

$$IA = \sqrt{3,95 * 1}$$

$$IA = 1,99$$

Dado que se trata de un impacto negativo, al valor de IA se le debe anteponer el signo negativo, de esta forma la cuantificación del impacto quedaría de la siguiente manera: IA= -1,99

De la misma forma se procede con los demás impactos ambientales, dependiendo si es negativo o positivo se le antepone el signo correspondiente al valor de IA obtenido. Una vez concluido este paso, se procede a sumar todos los valores de impacto ambiental obtenidos para así cuantificar el impacto de la obra en general durante todo su ciclo de vida. En la siguiente tabla se muestra un resumen de la puntuación obtenida para cada alternativa:

Tabla 4.10 Valoración de impacto ambiental en cada etapa para las distintas alternativas

Fuente: Bonifaz y Solano

FASES	ALTERNATIVAS			
	DEMOLICION	ENCAMISADO	REFUERZO F. CARBONO	REFORZAMIENTO DE SECCION
Construcción	-154,65	-91,94	-45,46	-98,03
Operación y Mantenimiento	38,34	25,53	16,24	16,66
Abandono	-26,85	-26,85	-26,85	-26,85
TOTAL	-143,16	-93,26	-56,06	-108,22

En la tabla 4.10 correspondiente a la valoración de impactos ambientales, la alternativa que mayor daño causa es la demolición con un total de -143,16, seguido del reforzamiento de sección, encamisado de acero y refuerzo con fibra de carbono. En la fase de construcción se puede observar una mayor variación en cuanto al impacto generado, mientras que en las fases de operación y abandono la variación es mínima.

La siguiente gráfica representa un apoyo visual de la tabla 4.10, a fin de comprender mejor lo mencionado en el anterior párrafo:

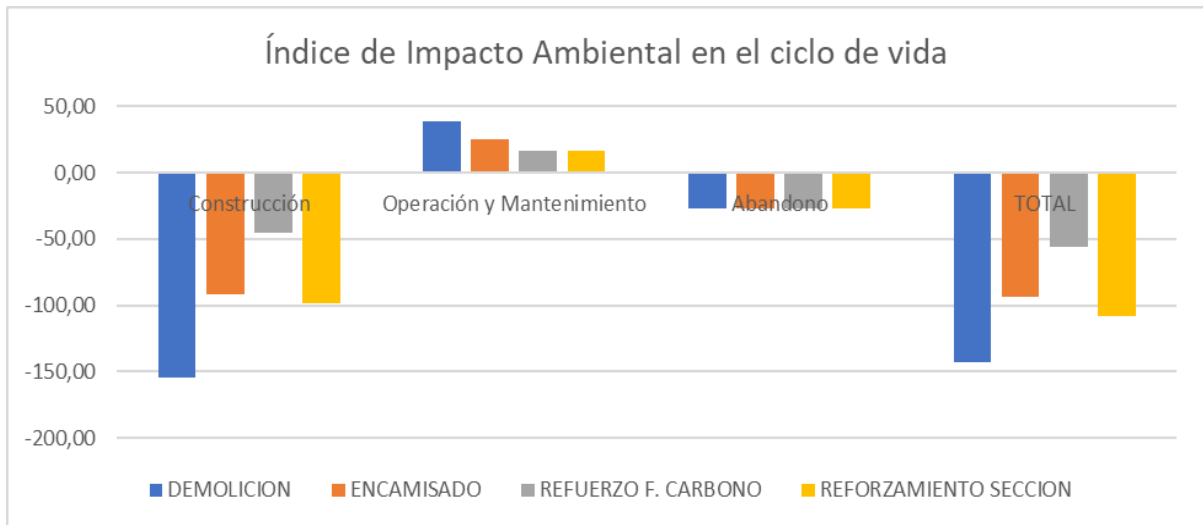


Figura 4.2 Índice de impacto ambiental en el ciclo de vida de cada alternativa
Fuente: Bonifaz y Solano

Observando la Figura 4.1, se puede afirmar que durante la fase de construcción la demolición representa un mayor impacto negativo con un valor de -154,65; en la fase de operación la demolición representa un mayor impacto ambiental positivo con un total de 38,34 y en la fase de abandono las 4 alternativas obtienen prácticamente el mismo valor.

4.7 Medidas de prevención/mitigación

A partir de la alternativa seleccionada para el estudio del proyecto, se determinan las acciones que deben tomarse para contrarrestar los impactos negativos o fortalecer los impactos positivos que se lograron identificar en el Estudio de Impacto Ambiental. Para un mejor entendimiento se hizo uso de una tabla para describir los aspectos relacionados al formato “Plan de Manejo Ambiental 5W + 2H”.

Plan de Manejo Ambiental 5W + 2H

Esta metodología es muy usada en la gestión empresarial y tiene como fin crear planes de acción. 5W +2H son las letras iniciales de palabras en inglés y cada acrónimo representa un análisis: ¿Qué se hará?, ¿Por qué?, ¿Por quién?, ¿Cuándo?, ¿Dónde?, ¿Cómo? y ¿Cuánto costará? Esta estrategia

de trabajo se ha utilizado bajo el contexto de determinar las acciones que se deben tomar ante las alteraciones ambientales identificadas. Los parámetros por determinarse para cada problema son: Medida, Impacto a minimizar, Responsable, Momento, Ubicación, Actividades y recursos, Presupuesto. Estos factores se describen a continuación:

Medida: Depende del fin de la acción que se quiere tomar, es decir, si se quiere prevenir o evitar se está a cabo una medida preventiva, si se quiere mitigar, controlar, restaurar, reparar o corregir se está tratando de una medida correctora, y si se compensa el daño ambiental es una medida compensatoria.

Impacto a minimizar: En esta sección se detalla el impacto ambiental encontrado al ejecutarse determinada fase del proyecto.

Responsable: Menciona a los implicados de provocar el impacto ambiental y que deben ser responsables de corregirlo.

Momento: Indica el momento en el que se deben tomar acciones para solucionar el problema indicado durante la ejecución de la obra.

Ubicación: Establece los lugares que se verán afectados por acción del impacto ambiental y la aplicación de la solución.

Actividades y recursos: Se señala todas las acciones que se pueden llevar a cabo para solucionar el impacto ambiental y los recursos que se utilizarán en el proceso.

Presupuesto: Se coloca el costo de los recursos que se usaron para dar solución al problema. Existen medidas de mitigación que llevadas a cabo no significan un costo en el desarrollo del plan de mitigación o su presupuesto depende de otros factores o empresas.

Para un mejor entendimiento, se describe un ejemplo de mitigación de impacto ambiental identificado en la fase constructiva de la demolición del antiguo edificio de la Prefectura de El Oro y construcción de uno nuevo:

- Medida: Preventiva
- Impacto a minimizar: Accidentes ocasionados tanto al equipo de trabajo como peatones debido a los residuos (pedazos de hormigón y mampostería, clavos, madera, acero, entre otros).

- Responsable: Empresa constructora. GAD Municipal de Machala. GAD Provincial de El Oro. Trabajadores.
- Momento: Durante la demolición y construcción de la edificación a reemplazar.
- Ubicación: Cantón Machala. Calle Ayacucho, entre Pasaje y Sucre.
- Actividades y recursos: Delimitación de zonas de trabajo mediante uso de cintas de peligro, mallas de seguridad, cerramiento de planchas de zinc, conos de seguridad y carteles de advertencia acerca de los trabajos que se realizan. Dotación de equipos de protección personal a trabajadores. Socialización con los habitantes del sector acerca del tiempo que durará la obra.
- Presupuesto: Cinta de peligro 200mx12cm: \$10. Rollo de malla de seguridad 1x100 m: \$87.36. Plancha de zinc: \$10. Conos de seguridad: \$8. Casco de protección: \$10. Chaleco reflectivo: \$5. Botas industriales: \$25.

Plan de Manejo Ambiental 5W + 2H: Demolición de antiguo edificio y construcción de uno nuevo.

Después de identificar los impactos ambientales que ocurren en cada fase de la alternativa seleccionada, la cual es demolición de antiguo edificio y construcción de uno nuevo, se deben filtrar los impactos con el fin de no repetir semejantes y finalmente desarrollar la tabla de Plan de Manejo Ambiental 5W + 2H, presentado a continuación:

Tabla 4.11 Medidas de mitigación para la alternativa seleccionada

Fuente: Bonifaz y Solano

MEDIDA	IMPACTO A MINIMIZAR	RESPONSABLE	MOMENTO	UBICACIÓN	ACTIVIDADES	PRESUPUESTO
Preventiva	Amontonamiento de vehículos (buses, taxis. etc.), ocasionando molestias a conductores y peatones.	-Empresa constructora. -Movilidad Machala EP. -Agencia Nacional de Tránsito. -GAD Provincial de El Oro. -GAD Municipal de Machala. -Conductores de vehículos particulares y transporte público.	-En la etapa de estudio del proyecto, previo a la construcción -Durante la demolición y construcción -Después de la reapertura del edificio, mientras esté en operación.	Cantón Machala. Calle Ayacucho, entre Pasaje y Sucre.	-Planificación mediante el estudio de tránsito promedio de la zona. -Coordinación con las autoridades de tránsito y gobierno autónomo municipal para la corrección de flujos de tránsito. -Definición de espacios destinados para parqueos y establecimiento de horarios para ello.	No cuantificable
Preventiva	Molestias auditivas a trabajadores y personas que transitan o residen cerca de dicha zona.	-Empresa constructora. -GAD Municipal de Machala. -GAD Provincial de El Oro. -Trabajadores.	-Durante la demolición y construcción de la edificación a reemplazar.	-Cantón Machala. Calle Ayacucho, entre Pasaje y Sucre.	-Determinación de horarios en donde se realizarán trabajos que generen mucho ruido y socializarlo con las personas del sector. - Dotación de equipo de protección auditiva a los trabajadores de la obra.	No cuantificable

MEDIDA	IMPACTO A MINIMIZAR	RESPONSABLE	MOMENTO	UBICACIÓN	ACTIVIDADES	PRESUPUESTO
Preventiva	Accidentes ocasionados tanto al equipo de trabajo como peatones debido a los residuos (pedazos de hormigón y mampostería, clavos, madera, acero, entre otros).	-Empresa constructora. -GAD Municipal de Machala. -GAD Provincial de El Oro. -Trabajadores.	-Durante la demolición y construcción de la edificación a reemplazar.	-Cantón Machala. Calle Ayacucho, entre Pasaje y Sucre.	-Delimitación de zonas de trabajo mediante uso de cintas de peligro, mallas de seguridad, cerramiento de planchas de zinc, conos de seguridad y carteles de advertencia acerca de los trabajos que se realizan. - Dotación de equipos de protección personal a trabajadores. Socialización con los habitantes del sector acerca del tiempo que durará la obra.	Cinta de peligro 200mx12cm: \$10. Rollo de malla de seguridad 1x100 m: \$87.36 Plancha de zinc: \$10. Conos de seguridad: \$8. Casco de protección: \$10. Chaleco reflectivo: \$5. Botas industriales: \$25
Compensatoria	Clasificación correcta de los materiales provenientes del desmantelamiento de los elementos.	-Empresa constructora. -GAD Municipal de Machala. -GAD Provincial de El Oro. -Trabajadores.	-Durante la demolición de la antigua edificación.	-Cantón Machala. Calle Ayacucho, entre Pasaje y Sucre.	-Reciclaje de acero extraído de la estructura demolida. -Reciclaje de tuberías de sistema sanitario. -Reciclaje de tuberías y cables de sistema eléctrico. -Reciclar hormigón reutilizable para otros proyectos constructivos.	No cuantificable

MEDIDA	IMPACTO A MINIMIZAR	RESPONSABLE	MOMENTO	UBICACIÓN	ACTIVIDADES	PRESUPUESTO
					- Verter responsablemente el hormigón no reutilizable en espacios designados.	
Preventiva	Accidentes ocasionados tanto al equipo de trabajo como peatones debido a los elementos arquitectónicos e inmobiliarios retirados.	-Empresa constructora. -GAD Municipal de Machala. - GAD Provincial de El Oro. -Trabajadores.	-Durante la demolición de la antigua edificación.	-Cantón Machala. Calle Ayacucho, entre Pasaje y Sucre.	-Delimitación de zonas de trabajo mediante uso de cintas de peligro, mallas de seguridad, cerramiento de planchas de zinc, conos de seguridad y carteles de advertencia acerca de los trabajos que se realizan. - Dotación de equipos de protección personal a trabajadores. -Socialización con los habitantes del sector acerca del tiempo que durará la obra.	No cuantificable
Correctora	Gasto energético debido a las herramientas y a los aparatos empleados.	-Empresa constructora. -GAD Municipal de Machala. -GAD Provincial de El Oro. -Trabajadores.	-Durante la demolición y construcción de la edificación a reemplazar.	-Cantón Machala. Calle Ayacucho, entre Pasaje y Sucre.	-Uso de aparatos y herramientas eléctricas en excelente estado, que no requieren mucha energía para su funcionamiento. - Verificar el estado de las conexiones usadas en la obra.	Depende de facturación CNEL EP Machala

MEDIDA	IMPACTO A MINIMIZAR	RESPONSABLE	MOMENTO	UBICACIÓN	ACTIVIDADES	PRESUPUESTO
		-CNEL EP Machala				
Preventiva	Afecciones respiratorias y molestias oculares a los trabajadores y peatones que cruzan por la zona.	-Empresa constructora. -GAD Municipal de Machala. -GAD Provincial de El Oro. -Trabajadores.	-Durante la demolición y construcción de la edificación a reemplazar.	-Cantón Machala. Calle Ayacucho, entre Pasaje y Sucre.	-Dotación de equipo de protección respiratoria y ocular para los trabajadores. -Socialización con los habitantes del sector acerca del tiempo que durará la obra y de las molestias que pueden llegar a ocasionar.	Máscara antigases: \$35. Gafas de seguridad industrial: \$5
Preventiva	Contaminación del suelo y posible suscitación de accidentes al personal y transeúntes.	-Empresa constructora. -GAD Municipal de Machala. -GAD Provincial de El Oro. -Trabajadores.	-Durante la demolición y construcción de la edificación a reemplazar.	-Cantón Machala. Calle Ayacucho, entre Pasaje y Sucre.	-Capacitación y supervisión a los trabajadores durante el manejo de escombros y sustancias que puedan llegar a contaminar el suelo. -Multas a empresa constructora y trabajadores si se identifica contaminación directa del suelo de la	No cuantificable

MEDIDA	IMPACTO A MINIMIZAR	RESPONSABLE	MOMENTO	UBICACIÓN	ACTIVIDADES	PRESUPUESTO
					zona.	
Compensatoria	Afectación al ecosistema de las diferentes especies de aves, mamíferos, insectos y pequeños reptiles de habitan cerca de la zona.	-Empresa constructora. -GAD Municipal de Machala. -GAD Provincial de El Oro. -Ministerio del Ambiente. -Trabajadores.	-Durante la demolición y construcción de la edificación a reemplazar.	-Cantón Machala. Calle Ayacucho, entre Pasaje y Sucre.	-Investigar acerca de la fauna presente a los alrededores del antiguo edificio y readecuar espacios verdes para que estos habiten una vez finalizada la construcción del nuevo edificio.	No cuantificable
Compensatoria	Afectación al medio de las plantas que absorben nutrientes del suelo.	-Empresa constructora. -GAD Municipal de Machala. -GAD Provincial de El Oro. -Ministerio del Ambiente.	-Durante la demolición y construcción de la edificación a reemplazar.	-Cantón Machala. Calle Ayacucho, entre Pasaje y Sucre.	-Mover temporalmente las plantas y árboles presentes a los alrededores del antiguo edificio y readecuar espacios verdes para sean replantados una vez finalizada la construcción del nuevo edificio. -Agregar nuevas especies de flora que ayude con el	No cuantificable

MEDIDA	IMPACTO A MINIMIZAR	RESPONSABLE	MOMENTO	UBICACIÓN	ACTIVIDADES	PRESUPUESTO
		-Trabajadores.			ornato de la edificación.	
Correctora	Afectación por aguas residuales que fue usada en la construcción y que desembocan en el servicio de alcantarillado.	-Empresa constructora. -GAD Municipal de Machala. -GAD Provincial de El Oro. -Ministerio del Ambiente. -Aguas Machala EP. -Trabajadores.	-Durante la demolición y construcción de la edificación a reemplazar.	-Cantón Machala. Calle Ayacucho, entre Pasaje y Sucre.	-Capacitación y supervisión a los trabajadores durante el manejo de escombros y sustancias que no deben llegar directamente a las redes de alcantarillado sanitario. -Multas a empresa constructora y trabajadores si se identifica contaminación directa al sistema de alcantarillado.	No cuantificable
Compensatoria	Posibles daños causados a las edificaciones aledañas debido a la caída de elementos estructurales.	-Empresa constructora. - GAD Municipal de Machala. -GAD Provincial de El Oro.	-Durante la demolición y construcción de la edificación a reemplazar.	-Cantón Machala. Calle Ayacucho, entre Pasaje y Sucre.	-Contemplar los posibles daños que pueden ocurrir en edificaciones aledañas, destinando presupuesto en reparaciones menores. - Receptar denuncias de daños con las respectivas evidencias.	No cuantificable

MEDIDA	IMPACTO A MINIMIZAR	RESPONSABLE	MOMENTO	UBICACIÓN	ACTIVIDADES	PRESUPUESTO
		-Trabajadores.			-Socialización con los habitantes del sector acerca del tiempo que durará la obra.	
Compensatoria	Pérdidas económicas debido al malestar de las personas causado por los impactos de la demolición.	-Empresa constructora. -GAD Municipal de Machala. -GAD Provincial de El Oro. -Trabajadores.	-Durante la demolición de la antigua edificación.	-Cantón Machala. Calle Ayacucho, entre Pasaje y Sucre.	Socialización con los habitantes del sector acerca de los beneficios de llevar a cabo esta construcción para la actividad comercial de la zona.	No cuantificable
Compensatoria	Cambios en el paisaje del parque continuo y molestias ocasionadas a las personas que lo frecuentan.	-Empresa constructora. -GAD Municipal de Machala. -GAD Provincial de El Oro. -Trabajadores.	-Durante la demolición y después de la construcción de la edificación a reemplazar.	-Cantón Machala. Calle Ayacucho, entre Pasaje y Sucre.	Socialización con los habitantes del sector sobre el cambio del antiguo parque por una zona de descanso más llamativo para ser visitado.	No cuantificable

MEDIDA	IMPACTO A MINIMIZAR	RESPONSABLE	MOMENTO	UBICACIÓN	ACTIVIDADES	PRESUPUESTO
Preventiva	Molestias ocasionadas por la maquinaria a transeúntes y trabajadores por las vibraciones y caída de material particulado durante el traslado al lugar en donde será desechado.	<ul style="list-style-type: none"> -Empresa constructora. - GAD Municipal de Machala. -GAD Provincial de El Oro. -Trabajadores. 	-Durante la demolición de la antigua edificación.	-Cantón Machala. Calle Ayacucho, entre Pasaje y Sucre.	<ul style="list-style-type: none"> -Delimitación de zonas de trabajo mediante uso de cintas de peligro, mallas de seguridad, cerramiento de planchas de zinc, conos de seguridad y carteles de advertencia acerca de los trabajos que se realizan. -Despejar las vías en donde se movilizará la maquinaria pesado que traslada el material demolido. -Socialización con los habitantes del sector acerca del tiempo que durará la obra. 	No cuantificable
Correctora	Posibles daños a las cimentaciones de edificaciones adyacentes por la excavación del terreno.	<ul style="list-style-type: none"> -Empresa constructora. -GAD Municipal de Machala. -GAD Provincial de El Oro. -Trabajadores. 	-Durante la demolición y construcción de la edificación a reemplazar.	-Cantón Machala. Calle Ayacucho, entre Pasaje y Sucre.	-Uso de tablestacas para contener la tierra que no es retirada del sitio, evitando debilitar la capacidad portante del suelo.	No cuantificable

MEDIDA	IMPACTO A MINIMIZAR	RESPONSABLE	MOMENTO	UBICACIÓN	ACTIVIDADES	PRESUPUESTO
Compensatoria	Alteración del paisaje debido a la construcción del nuevo edificio.	-Empresa constructora. -GAD Municipal de Machala. -GAD Provincial de El Oro. -Trabajadores.	-Después de la construcción de la edificación a reemplazar.	-Cantón Machala. Calle Ayacucho, entre Pasaje y Sucre.	-Socialización con los habitantes del sector acerca de la nueva imagen del edificio ayuda a llamar más la atención de las personas, aumentando el flujo de estas y ayudando a la economía de los negocios cercanos.	No cuantificable
Compensatoria	Menor consumo de energía eléctrica ya que se trata de un edificio nuevo.	-Empresa constructora. - GAD Municipal de Machala. -GAD Provincial de El Oro. -CNEL EP Machala. -Trabajadores.	-Después la construcción de la edificación a reemplazar.	-Cantón Machala. Calle Ayacucho, entre Pasaje y Sucre.	Para la nueva estructura se garantiza el diseño de un sistema eléctrico que optimice el consumo de energía en la edificación.	No cuantificable
Compensatoria	Menor consumo de agua ya que se utilizará un sistema más eficiente.	-Empresa constructora. -GAD Municipal de Machala. -GAD Provincial de El Oro.	-Después la construcción de la edificación a reemplazar.	-Cantón Machala. Calle Ayacucho, entre Pasaje y Sucre.	-Para la nueva estructura se garantiza el diseño de un sistema que optimice la distribución de agua potable en la edificación. -Se debe tener un sistema automático de riego de áreas verdes.	No cuantificable

MEDIDA	IMPACTO A MINIMIZAR	RESPONSABLE	MOMENTO	UBICACIÓN	ACTIVIDADES	PRESUPUESTO
		-Aguas Machala EP. -Trabajadores.				
Compensatoria	Mayor control de las aguas servidas a través de una red más eficiente.	-Empresa constructora. -GAD Municipal de Machala. -GAD Provincial de El Oro. -Aguas Machala EP. -Trabajadores.	-Después la construcción de la edificación a reemplazar.	-Cantón Machala. Calle Ayacucho, entre Pasaje y Sucre.	-Para la nueva estructura se garantiza el diseño de un sistema que optimice la evacuación de aguas servidas en la edificación. -Debería contar también con un sistema de aprovechamiento de aguas lluvias o ser conducida correctamente al alcantarillado de aguas lluvias.	No cuantificable
Compensatoria	Mayor comodidad de las personas por el uso de los servicios e instalaciones nuevas y en óptimas condiciones.	-Empresa constructora. -GAD Provincial de El Oro. - Trabajadores.	-Después la construcción de la edificación a reemplazar.	-Cantón Machala. Calle Ayacucho, entre Pasaje y Sucre.	-La nueva construcción se hace con el fin de tener nuevos y excelentes espacios para eventos sociales.	No cuantificable
Compensatoria	Mayor seguridad a sus ocupantes durante un sismo ya que el edificio nuevo se realizó bajo la normativa más reciente.	-Empresa constructora. -GAD Provincial de El Oro.	-Después la construcción de la edificación a reemplazar.	-Cantón Machala. Calle Ayacucho, entre Pasaje y Sucre.	-La nueva construcción debe ser diseñada estructuralmente con las normativas más recientes, para que puede resistir los eventos sísmicos que	No cuantificable

MEDIDA	IMPACTO A MINIMIZAR	RESPONSABLE	MOMENTO	UBICACIÓN	ACTIVIDADES	PRESUPUESTO
		-Trabajadores.			puedan ocurrir.	
Compensatoria	Mayor movimiento comercial en la zona debido a la presencia del nuevo edificio.	-Empresa constructora. -GAD Provincial de El Oro. -GAD Municipal de El Oro. -Trabajadores.	-Después la construcción de la edificación a reemplazar.	-Cantón Machala. Calle Ayacucho, entre Pasaje y Sucre.	-Socialización con los habitantes del sector acerca de los beneficios de llevar a cabo esta construcción para la actividad comercial de la zona. -Planificación urbana por parte del GAD Municipal de El Oro para que se lleven a cabo las actividades ordenadamente.	No cuantificable
Correctora	Aumento del tráfico en la zona.	-Empresa constructora. - GAD Provincial de El Oro. - GAD Municipal de El Oro. -Movilidad Machala EP.	-Después la construcción de la edificación a reemplazar.	-Cantón Machala. Calle Ayacucho, entre Pasaje y Sucre.	-Planificación mediante el estudio de tránsito promedio de la zona. -Coordinación con las autoridades de tránsito y gobierno autónomo municipal para la corrección de flujos de tránsito. -Definición de espacios	No cuantificable

MEDIDA	IMPACTO A MINIMIZAR	RESPONSABLE	MOMENTO	UBICACIÓN	ACTIVIDADES	PRESUPUESTO
		-Trabajadores.			<p>destinados para parqueos y establecimiento de horarios para ello.</p> <p>- Implementación de cámaras de vigilancia y agentes de tránsito para que distribuyan el tráfico y apliquen multas a los infractores.</p>	
Preventiva	Molestias debido a la suspensión temporal de los servicios básicos.	<p>-Empresa constructora.</p> <p>-GAD Provincial de El Oro.</p> <p>-GAD Municipal de El Oro.</p> <p>-Aguas Machala EP.</p> <p>- CNEL EP Machala.</p> <p>-Trabajadores.</p>	-Abandono de uso de la edificación.	-Cantón Machala. Calle Ayacucho, entre Pasaje y Sucre.	-Notificar a los habitantes de la zona acerca de la suspensión temporal para llevar a cabo la desconexión de los servicios al edificio.	No cuantificable

4.8 Conclusiones

- Al comparar las 4 alternativas que se plantean inicialmente para la elaboración de este proyecto, con respecto al Impacto Ambiental generado por cada una, realizar refuerzos de fibra de carbono a los elementos que no cumplan con los criterios estructurales para la sismo-resistencia resulta menos negativo para el ambiente. Sin embargo, al analizar por fases la ejecución de este proyecto suponiendo la elección de cada alternativa, en la fase de Operación y Mantenimiento se destaca la opción de demolición ya que tiene un mejor impacto positivo al ambiente y este se mantendrá a largo plazo pues se contempla la construcción de una edificación moderna que sea eficiente con el uso de recursos energéticos, menor inversión en mantenimiento, que proporcione seguridad a los ocupantes ante la acción de un sismo de gran magnitud y ayude al desarrollo económico en el sector.
- El Plan de Mitigación permitió definir las acciones a tomar para reducir los impactos negativos y mejorar los impactos positivos que ocurrirán durante la ejecución de la propuesta de demoler, elegida previamente, así como los responsables de los impactos y los momentos en los que se debe actuar, de esta forma la ejecución del proyecto se llevará a cabo dentro de los parámetros establecidos, salvaguardando así el bienestar de las personas y los demás seres vivos que habitan el entorno.
- Se determinó que en el Impacto Ambiental generado durante la demolición y construcción de una nueva edificación, no solo se debe tomar en cuenta la afectación a la flora y fauna del sector sino que hay otros factores que pueden parecer intrascendentes como el ruido generado, daños a la salud de trabajadores, desecho de escombros, malestar generado a los habitantes y personas que frecuentan el sector, afectaciones a edificaciones aledañas, la contaminación a los sistemas de alcantarillados de aguas residuales y de aguas lluvias, entre otras acciones que pueden afectar a corto o largo plazo el entorno y los seres vivos que lo conforman. Además, se debe ampliar el estudio considerando todas las etapas de la obra y de esta forma considerar

los impactos a largo plazo, que en muchas ocasiones no son considerados pese a su importancia.

CAPÍTULO 5

5. PRESUPUESTO

5.1 Descripción de rubros

En esta sección se describen los rubros que se llevarán a cabo durante la fase de construcción de la obra; no obstante, también se hará mención de las fases previas como: planificación, diseño y adquisición. Para tener una mejor comprensión de lo que abarca cada fase, se optó por clasificar las actividades dentro de una estructura de desglose de trabajo (EDT).

Una EDT permite visualizar a través de una representación gráfica el alcance de un proyecto mediante una descomposición jerárquica, alcanzando así un nivel de detalle óptimo. A continuación, se presenta una breve descripción de cada fase del proyecto desde la planificación del mismo hasta los entregables, a fin de comprender mejor lo que abarca cada una.

Planificación: En esta fase se consideran todos los aspectos importantes que deben ser tratados previa a la fase de diseño tales como: reuniones con el cliente, visitas de campo e información preliminar, entre otras. Además, en esta fase se analiza la conveniencia de realizar el proyecto antes de formalizarlo.

Diseño: Esta fase abarca los procesos de planteamiento y selección de alternativas, evaluación estructural de la edificación existente en la zona y el diseño estructural del nuevo edificio. La fase además incluye todos los estudios y verificaciones necesarias para llevar a cabo el proyecto dentro de los parámetros mínimos considerados en la normativa.

Adquisición: En esta etapa del proyecto se detallan los elementos necesarios para llevar a cabo la fase de construcción, entre los elementos necesarios se pueden mencionar: maquinarias, materiales, mano de obra y herramientas.

Construcción: Dentro de esta fase se considera todo el proceso constructivo de la edificación, para el presente proyecto se tomaron en cuenta: demolición, obras preliminares, construcción de la cimentación, construcción de la estructura y construcción de la cubierta metálica.

Entregables: Abarca la información que se mostrará al cliente una vez culminado con el estudio del proyecto, esta a su vez servirá para llevar a cabo la ejecución de la obra. Para el presente trabajo los entregables a presentar son: planos, informes, presupuesto y estudio de impacto ambiental.

A continuación, se muestra mediante un esquema el EDT del proyecto:

Análisis estructural sismo-resistente de la edificación existente del GAD Provincial de El Oro y planteamiento de alternativas viables para una ampliación

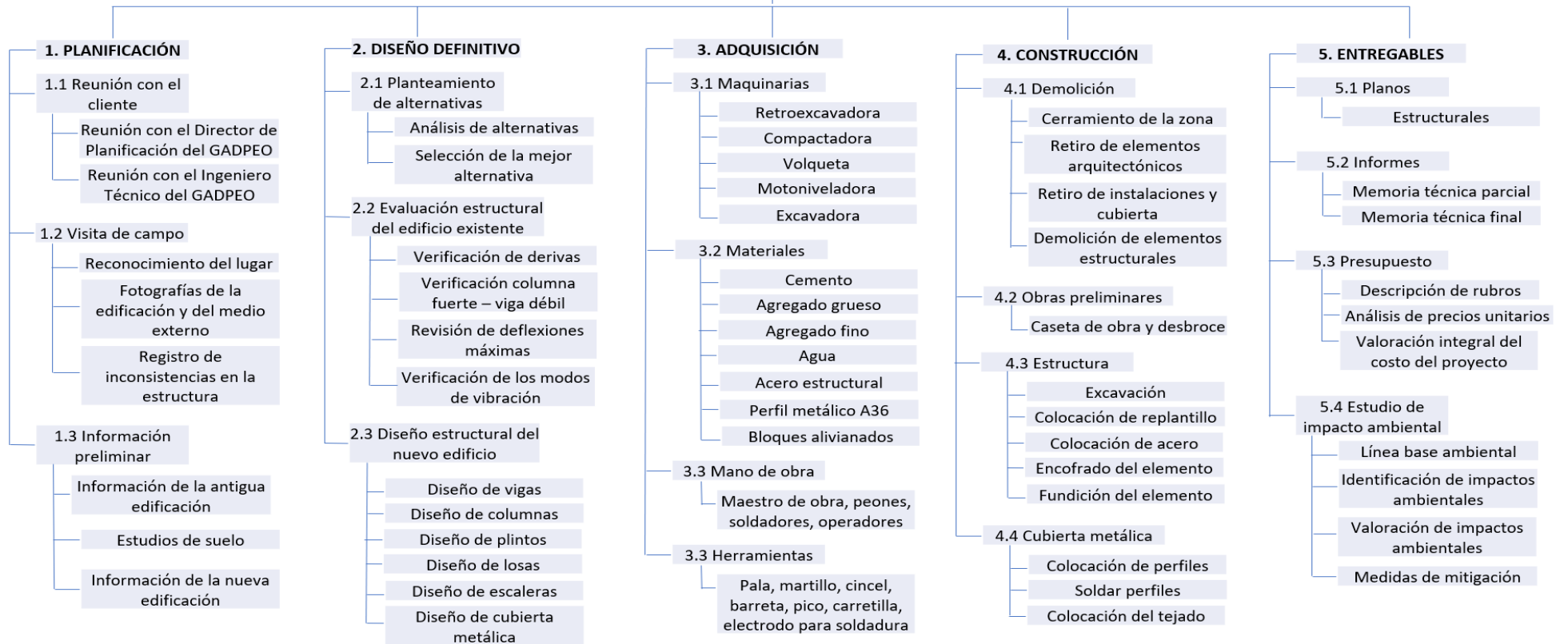


Figura 5.1 EDT del proyecto

Fuente: Bonifaz y Solano

El esquema muestra de manera resumida los rubros que se llevarán a cabo durante la fase de construcción, los cuales serán detallados a profundidad en la siguiente tabla:

Tabla 5.1 Rubros del proyecto

Fuente: Bonifaz y Solano

Código	Rubro /descripción
	Obras preliminares
1	Batería sanitaria para obreros
2	Señalización
3	Letrero de información de la obra
4	Caseta de obra
	Demolición
5	Cerramiento de la zona
6.1	Retiro de ventanas
6.2	Retiro de puertas
7.1	Retiro de puntos de agua
7.2	Retiro de instalaciones eléctricas
8	Retiro de cubierta
9.1	Demolición de elementos estructurales
9.2	Desalojo
	Movimiento de tierra
10	Trazado y replanteo
11	Limpieza y desbroce
12	Excavación
13	Relleno con material
	Estructural
	Zapatas
14	Hormigón $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$
15	Replanteo (Hormigón $f'c=140 \text{ kg/cm}^2$)
16	Acero de refuerzo $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$
17	Encofrado
	Columnas
18	Hormigón $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$
19	Acero de refuerzo $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$
20	Encofrado
	Vigas
21	Hormigón $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$
22	Acero de refuerzo $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$
23	Encofrado

Código	Rubro /descripción
	Losas
24	Hormigón f'c=210 kg/cm2
25	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2
26	Encofrado
	Escaleras
27	Hormigón f'c=210 kg/cm2
28	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2
29	Encofrado
	Cubierta metálica
30	Pefiles de acero A36
31	Plancha de zinc e=0,2 mm
	Instalaciones
32	Punto de luz
33	Punto de agua

5.2 Análisis de costos unitarios

El análisis de costos unitarios se llevó a cabo mediante una base de datos en la cual se detallan precios de materiales por parte de proveedores calificados, salarios por hora para trabajadores de acuerdo a lo establecido en la página de la Contraloría General del Estado, rendimiento de equipos y mano de obra, entre otros aspectos. Para la obtención de costos se tomó como referencia la plataforma de Insucons, en la cual se detallan a profundidad los aspectos mencionados anteriormente.

Una vez establecidos los rubros que se llevarán a cabo en obra, se detalla la unidad de medida que se empleará para su cuantificación y esta a su vez permitirá establecer un análisis de precios unitarios (APU) orientado hacia dicha unidad. En la tabla que se presenta a continuación se recopiló el costo unitario para cada rubro, cabe recalcar que además se dividió ciertos rubros a fin de obtener un APU más enfocado en ciertas unidades de medida. El APU de cada rubro se colocó en la parte de anexos del presente trabajo.

Tabla 5.2 Análisis de precios unitarios de cada rubro

Fuente: Bonifaz y Solano

Código	Rubro / descripción	Unidad	Precio unitario (\$)
	Obras preliminares		
1	Batería sanitaria para obreros	u	537,68
2	Señalización	u	153,00
3	Letrero de información de la obra	u	63,73
4	Caseta de obra	u	264,70
	Demolición		
5	Cerramiento de la zona	m	38,52
6.1	Retiro de ventanas	u	5,84
6.2	Retiro de puertas	u	9,68
7.1	Retiro de puntos de agua	u	13,73
7.2	Retiro de instalaciones eléctricas	u	6,89
8	Retiro de cubierta	m ²	12,59
9.1	Demolición de elementos estructurales	m ³	83,27
9.2	Desalojo	m ³	11,01
	Movimiento de tierra		
10	Limpieza y desbroce	m ²	4,39
11	Trazado y replanteo	m ²	2,87
12	Excavación	m ³	11,47
13	Relleno con material	m ³	22,27
	Estructural		
	Zapatas		
14	Hormigón f'c=210 kg/cm ²	m ³	169,93
15	Replanteo (Hormigón f'c=140 kg/cm ²)	m ³	143,91
16	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm ²	kg	2,45
17	Encofrado	m ²	63,29
	Columnas		
18	Hormigón f'c=210 kg/cm ²	m ³	175,36
19	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm ²	kg	2,45
20	Encofrado	m ²	29,29
	Vigas		
21	Hormigón f'c=210 kg/cm ²	m ³	178,37
22	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm ²	kg	2,45
23	Encofrado	m ²	32,72
	Losas		
24	Hormigón f'c=210 kg/cm ²	m ³	276,45

Código	Rubro /descripción	Unidad	Precio unitario (\$)
25	Acero de refuerzo $f_y=4200$ kg/cm ²	kg	2,45
26	Encofrado	m ²	47,63
	Escaleras		
27	Hormigón $f'_c=210$ kg/cm ²	m ³	175,67
28	Acero de refuerzo $f_y=4200$ kg/cm ²	kg	2,45
29	Encofrado	m ²	60,10
	Cubierta metálica		
30	Pefiles de acero A36	kg	5,45
31	Plancha de zinc e=0,2 mm	m ²	61,27
	Instalaciones		
32	Punto de luz	u	57,54
33	Punto de agua	u	52,52

5.3 Descripción de cantidades de obra

Las cantidades necesarias en cuanto a hormigón, acero y material de relleno fueron obtenidas mediante un software de Modelado de información de construcción, por otro lado, las cantidades correspondientes a obras preliminares, encofrado, demolición e instalaciones se obtuvieron mediante cálculos manuales. Para obtener la cantidad necesaria y evitar carencias de material se adopta un porcentaje de desperdicio, esto se puede visualizar en la siguiente tabla:

Tabla 5.3 Cantidades necesarias por cada rubro

Fuente: Bonifaz y Solano

Código	Rubro /descripción	Unidad	Cantidad parcial	Porcentaje desperdicio	Cantidad
	Obras preliminares				
1	Batería sanitaria para obreros	u	1	0	1,00
2	Señalización	u	5	0	5,00
3	Letrero de información de la obra	u	1	0	1,00
4	Caseta de obra	u	1	0	1,00
	Demolición				
5	Cerramiento de la zona	m	52,01	0,05	54,61
6.1	Retiro de ventanas	u	44	0	44,00

Código	Rubro /descripción	Unidad	Cantidad parcial	Porcentaje desperdicio	Cantidad
6.2	Retiro de puertas	u	53	0	53,00
7.1	Retiro de puntos de agua	u	20	0	20,00
7.2	Retiro de instalaciones eléctricas	u	300	0	300,00
8	Retiro de cubierta	m2	412,31	0	412,31
9.1	Demolición de elementos estructurales	m3	32,0625	0	405,68
9.2	Desalojo	m3	32,0625	0	405,68
	Movimiento de tierra				
10	Limpieza y desbroce	m2	525,635	0,07	562,43
11	Trazado y replanteo	m2	525,635	0,05	551,92
12	Excavación	m3	495,2662	0	495,27
13	Relleno con material	m3	157,39866	0	157,40
	Estructural				
	Zapatas				
14	Hormigón f'c=210 kg/cm2	m3	33,734	0,05	35,42
15	Replanteo (Hormigón f'c=140 kg/cm2)	m3	15,34	0,05	16,11
16	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg	740,66	0	740,66
17	Encofrado	m2	68,69	0,1	75,56
	Columnas				
18	Hormigón f'c=210 kg/cm2	m3	68,4174	0,05	71,84
19	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg	13195,33	0,00	13195,33
20	Encofrado	m2	1315,508	0,1	1447,06
	Vigas				
21	Hormigón f'c=210 kg/cm2	m3	43,3189	0,05	45,48
22	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg	9926,58	0,00	9926,58
23	Encofrado	m2	1419,476	0,1	1561,42
	Losas				
24	Hormigón f'c=210 kg/cm2	m3	0	0,05	78,88
25	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg	5292,49684	0,00	5292,50
26	Encofrado	m2	902,3982	0,1	992,64
	Escaleras				
27	Hormigón f'c=210 kg/cm2	m3	8,340984	0,05	8,76
28	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg	343,39	0	343,39
29	Encofrado	m2	21,48	0,1	23,63
	Cubierta metálica				
30	Pefiles de acero A36	kg	6592,370	0	6592,37
31	Plancha de zinc e=0,2 mm	m2	551,1811	0,03	567,72
	Instalaciones				
32	Punto de luz	u	150	0	150,00
33	Punto de agua	u	20	0	20,00

5.4 Valoración integral del costo del proyecto incluyendo las medidas de prevención y mitigación del impacto ambiental

Para la valoración integral del costo del proyecto se utilizó la información obtenida en el cálculo de cantidades y el APU de cada rubro. Para obtener el costo de cada rubro por separado se multiplica la cantidad por el precio unitario del mismo. En la tabla mostrada a continuación se detalla el presupuesto general de la obra que ronda los \$415 537,69. De acuerdo con la empresa ABC Architectural Solutions el presupuesto para la construcción de obra gris borda los \$ 270 por metro cuadrado, la edificación a realizarse tiene un área de 1315 m² lo cual significa un costo de \$355 050, este valor se aproxima a los \$ 355 571,45 (ABC Architectural Solutions, 2021).

Tabla 5.4 Presupuesto referencial del proyecto

Fuente: Bonifaz y Solano

Código	Rubro /descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio total
	Obras preliminares				
1	Batería sanitaria para obreros	u	1,00	537,68	537,68
2	Señalización	u	5,00	153,00	765,00
3	Letrero de información de la obra	u	1,00	63,73	63,73
4	Caseta de obra	u	1,00	264,70	264,70
	Demolición				
5	Cerramiento de la zona	m	54,61	38,52	2.103,60
6.1	Retiro de ventanas	u	44,00	5,84	256,96
6.2	Retiro de puertas	u	53,00	9,68	513,04
7.1	Retiro de puntos de agua	u	20,00	13,73	274,60
7.2	Retiro de instalaciones eléctricas	u	300,00	6,89	2.067,00
8	Retiro de cubierta	m2	412,31	12,59	5.191,02
9.1	Demolición de elementos estructurales	m3	405,68	83,27	33.780,97
9.2	Desalojo	m3	405,68	11,01	4.466,54
	Movimiento de tierra				
10	Limpieza y desbroce	m2	562,43	4,39	2.469,07
11	Trazado y replanteo	m2	551,92	2,87	1.584,00
12	Excavación	m3	495,27	11,47	5.680,70
13	Relleno con material	m3	157,40	22,27	3.505,27
	Estructural				
	Zapatas				
14	Hormigón f'c=210 kg/cm2	m3	35,42	169,93	6.019,04

Código	Rubro / descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio total
15	Replanteo (Hormigón f'c=140 kg/cm ²)	m ³	16,11	143,91	2.318,11
16	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm ²	kg	740,66	2,45	1.814,62
17	Encofrado	m ²	75,56	63,29	4.782,27
	Columnas				
18	Hormigón f'c=210 kg/cm ²	m ³	71,84	175,36	12.597,56
19	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm ²	kg	13195,33	2,45	32.328,55
20	Encofrado	m ²	1447,06	29,29	42.384,35
	Vigas				
21	Hormigón f'c=210 kg/cm ²	m ³	45,48	178,37	8.113,13
22	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm ²	kg	9926,58	2,45	24.320,11
23	Encofrado	m ²	1561,42	32,72	51.089,78
	Losas				
24	Hormigón f'c=210 kg/cm ²	m ³	78,88	276,45	21.806,65
25	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm ²	kg	5292,50	2,45	12.966,62
26	Encofrado	m ²	992,64	47,63	47.279,35
	Escaleras				
27	Hormigón f'c=210 kg/cm ²	m ³	8,76	175,67	1.538,52
28	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm ²	kg	343,39	2,45	841,30
29	Encofrado	m ²	23,63	60,10	1.420,04
	Cubierta metálica				
30	Pefiles de acero A36	kg	6592,37	5,45	35.928,42
31	Plancha de zinc e=0,2 mm	m ²	567,72	61,27	34.783,99
	Instalaciones				
32	Punto de luz	u	150,00	57,54	8.631,00
33	Punto de agua	u	20,00	52,52	1.050,40
				Total	415.537,69

5.5 Cronograma valorado

Para la elaboración del cronograma valorado se estableció el rendimiento por actividad de acuerdo a la cuadrilla asignada en cada rubro. El tiempo estimado para la elaboración del proyecto son 13 meses, esto contempla desde la demolición hasta la colocación de instalaciones. En la siguiente gráfica se puede observar el cronograma valorado de la obra, así como el tiempo estimado para la culminación de cada tarea:

Tabla 5.5 Tiempo estimado para la entrega de cada rubro

Fuente: Bonifaz y Solano

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
Batería sanitaria para obreros	1 día	lun 3/1/22	lun 3/1/22	
Señalización	1 día	mar 4/1/22	mar 4/1/22	1
Letrero de información de obrero	1 día	mié 5/1/22	mié 5/1/22	2
Caseta de obra	1 día	jue 6/1/22	jue 6/1/22	3
Cerramiento de la zona	7 días	vie 7/1/22	lun 17/1/22	4
Retiro de ventanas	3 días	mar 18/1/22	jue 20/1/22	5
Retiro de puertas	7 días	mar 18/1/22	mié 26/1/22	5
Retiro de puntos de agua	5 días	mar 18/1/22	lun 24/1/22	5
Retiro de instalaciones eléctricas	19 días	mar 18/1/22	vie 11/2/22	5
Retiro de cubierta	23 días	mar 18/1/22	jue 17/2/22	5
Demolición de elementos estructurales	41 días	vie 18/2/22	mié 20/4/22	10
Desalojo	11 días	jue 21/4/22	jue 5/5/22	11
Limpieza y desbroce	7 días	vie 6/5/22	lun 16/5/22	12
Trazado y replanteo	10 días	mar 17/5/22	mar 31/5/22	13
Excavación	10 días	mié 1/6/22	mar 14/6/22	14
Relleno con material	12 días	mié 15/6/22	jue 30/6/22	15
Replanteo con hormigón f'c=140 kg/cm ²	3 días	vie 1/7/22	mar 5/7/22	16
Acero de refuerzo para zapatas	5 días	mié 6/7/22	mar 12/7/22	17
Encofrado y desencofrado para zapatas	2 días	mié 6/7/22	jue 7/7/22	17
Hormigón f'c=210 kg/cm ² para zapatas	5 días	mié 13/7/22	mar 19/7/22	18
Acero de refuerzo columnas	42 días	mié 20/7/22	vie 16/9/22	20
Encofrado y desencofrado columnas	37 días	mar 26/7/22	jue 15/9/22	20
Hormigón f'c=210 kg/cm ² para columnas	9 días	lun 19/9/22	jue 29/9/22	21;22
Acero de refuerzo vigas	31 días	vie 30/9/22	mar 15/11/22	23
Encofrado y desencofrado vigas	40 días	vie 30/9/22	lun 28/11/22	23
Hormigón f'c=210 kg/cm ² para vigas	6 días	mar 29/11/22	mar 6/12/22	24;25
Acero de refuerzo losas	34 días	vie 30/9/22	vie 18/11/22	23
Encofrado y desencofrado losas	25 días	vie 30/9/22	lun 7/11/22	23
Hormigón f'c=210 kg/cm ² para losas	12 días	mar 29/11/22	mié 14/12/22	25;27;28
Acero de refuerzo escaleras	2 días	jue 15/12/22	vie 16/12/22	29
Encofrado y desencofrado escaleras	3 días	jue 15/12/22	lun 19/12/22	29
Hormigón f'c=210 kg/cm ² para escaleras	1 día	mar 20/12/22	mar 20/12/22	31
Perfiles de acero A36 para cubierta metálica	31 días	jue 15/12/22	jue 26/1/23	29
Plancha de zinc e=0,2 mm	31 días	jue 15/12/22	jue 26/1/23	29
Puntos de luz	19 días	jue 15/12/22	mar 10/1/23	29
Puntos de agua	8 días	jue 15/12/22	lun 26/12/22	29

CAPÍTULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- En el presente proyecto se logra la integración de varias ramas de la Ingeniería Civil como lo son Estructuras, Construcción, Ambiental y Gestión de Obras Civiles con el fin de desarrollar un plan para la rehabilitación de un edificio en desuso y que sea de provecho para las actividades artísticas y culturales de la comunidad del cantón Machala.
- El análisis estructural del antiguo edificio del GAD Provincial de El Oro, hecho mediante software, determinó que el diseño sísmico de la estructura es un peligro para la seguridad de los usuarios. Al analizar sus tres primeros modos de vibración del periodo fundamental, el movimiento del edificio se comportó rotacionalmente, en lugar de hacerlo traslacionalmente a lo largo de los ejes X y Y. Tampoco cumple con el criterio de columna fuerte-viga débil en la mayoría de los elementos estructurales presentes.
- Al analizar el periodo fundamental de vibración que presenta la estructura, se obtiene que esta tiene un desplazamiento máximo de 0.87 cm en el sentido X y 0.78 cm en el sentido Y, lo cual no representa un desplazamiento significativo que comprometa la integridad de la estructura y la intención de construir un auditorio en su periferia.
- Desde el punto de vista ambiental, al comparar las cuatro alternativas planteadas, la más contaminante es la demolición y construcción de un nuevo edificio pues al analizar por fases esta opción, lo que genera mayor impacto negativo es la demolición. Sin embargo, cuando el edificio ya se encuentre operativo es la opción más beneficiosa a corto y largo plazo, ya que se trataría de un edificio nuevo.
- La nueva estructura fue diseñada con los criterios sismo-resistentes establecidos en la NEC 2015 y se verificó las derivas de entrepiso, la deformación por carga de servicio, que los dos primeros modos de vibración sean traslacionales y el criterio de columna fuerte-viga débil, mediante el uso de software de análisis estructural.

- El diseño estructural se lo realizó a partir de la envolvente generada por las combinaciones de cargas establecidos en la NEC-SE-DS, sin embargo, también se hizo uso de la norma ACI 318S-11 para el detalle respectivo de los elementos y se elaboren los planos estructurales.
- El presupuesto de la obra contempla las fases de demolición, limpieza, excavación y construcción de los elementos estructurales, en donde se estimó que el proyecto tendrá un costo de \$ 415 537,69
- Con respecto al cronograma de la obra, se estimó que el tiempo de ejecución de esta tendrá una duración de aproximadamente 13 meses.

Recomendaciones

- Se deben tener estudios recientes de suelo, para realizar un correcto diseño de cimentación evitando futuros problemas de asentamientos y agrietamientos estructurales, extendiendo la vida útil del edificio y proporcionando seguridad en los ocupantes.
- Para la cubierta metálica, se recomienda diseñar la viga de celosía y las correas con perfiles comunes que se puedan conseguir en el mercado. Esto ayuda a reducir costos y tiempo.
- Si se construyen edificaciones cercanas se debe verificar que no exista el fenómeno de golpeteo entre estas. Se debe respetar los retiros obligatorios que impone el GAD Municipal para la construcción.
- Rigidizar la estructura al momento de realizar la simulación mediante software de análisis estructural, para asemejar las conexiones rígidas de vigas y columnas disminuyendo el periodo fundamental generado y mejorar la estabilidad en el modelo del edificio.
- Diseñar con luces de entre 4 a 5 metros para evitar amontonamiento de elementos en ciertas zonas, ocasionando comportamientos rotacionales en la evaluación del periodo fundamental.
- Hacer uso del plan de manejo ambiental establecido en el proyecto y aplicar las medidas de mitigación a los impactos que genera la obra.

BIBLIOGRAFÍA

- Abarca Vargas, M. A., & Borbor Intriago, L. B. (2018). *“ESTUDIOS Y DISEÑO PARA EDIFICIOS ADMINISTRATIVOS, ENTREPUESTOS, TALLERES Y HANGARES DE MANTENIMIENTO DE COAVNA EN DAULAR”*. Guayaquil.
- ABC Architectural Solutions. (junio de 2021). *Valor del m2 de construcción en Ecuador 2021*. Obtenido de <https://arquitectomanta.wordpress.com/2021/01/30/valor-del-m2-de-construccion-de-vivienda-en-ecuador-2021-cuanto-cuesta-construir-una-casa-en-ecuador-2021-costo-de-metro-cuadrado-de-construccion-en-obra-gris-ecuador-2021-costo-de-construccion-p/>
- Abeiga, N. (2016). Análisis y diseño de reforzamiento de estructuras de hormigón armado deficientes, con estructura metálica; para evitar colapso mediante la acción de un movimiento sísmico. Guayaquil, Guayas, Ecuador.
- Aguas Machala EP. (2019). *Plan de mediano plazo para mejoramiento del sistema de agua potable de Machala (anillo perimetral y sustitución de tubería PVC), cantón Machala*. Machala. Obtenido de https://app.machala.gob.ec/lpi/files/?nombreArchivo=RESUMEN_EJECUTIVO_BEDE_PMAP.pdf
- Aguiar, R. (2012). *Dinámica de Estructuras con CEINCI-LAB, Instituto Panamericano de Geografía e Historia* (Segunda ed.). Quito.
- Aguirre, F. (mayo de 2021). Recomendaciones para el análisis estructural del edificio. (M. Bonifaz, & J. Solano, Entrevistadores)
- ALACERO. (2015). *Métodos de Análisis Sísmico (I). El Método Estático Equivalente*.

- ARKIPLUS. (2021). *Elementos estructurales y construcción*. Obtenido de <https://www.arkiplus.com/elementos-estructurales-y-construccion/>
- Bermeo Moyano, H. V. (2016). *DETERMINACION DE ESPECTROS DE RESPUESTA Y ESPECTRO DE DISEÑO ELASTICOS E INELASTICOS PARA LA CIUDAD DE CUENCA*. Cuenca.
- Bueno, A. (abril de 2016). Patología, reparación y refuerzo de estructuras de hormigón armado de edificación. Madrid, España.
- Cruz Azofeifa, M. F. (2017). *FILOSOFIA PARA EL DISEÑO SISMO-RESISTENTE CONSIDERADA EN EL CODIGO SISMICO DE COSTA RICA*.
- El Diario ec. (9 de junio de 2019). Multifamiliares con dos propuestas: demoler o reforzar.
- Galarza, O. (7 de Mayo de 2019). Quirola deja dos obras inconclusas en Machala. *Diario Correo*.
- Gil, F. (noviembre de 2015). *Diseño sismorresistente*. Obtenido de <http://frankgilguzman.blogspot.com/2015/11/disenio-sismorresistente.html>
- Go Ecuador. (2020). *Proveedores de servicios y productos turísticos en Machala - El Oro - Ecuador*. Obtenido de <https://goecuador.net/ciudad/machala-ecuador/6>
- Gomez De la Torre, M. F. (2015). *"DISEÑO SISMO RESISTENTE DE EDIFICIOS DE HORMIGON ARMADO (CALCULO DE PERIODOS DE VIBRACION Y NIVELES DE AGRIETAMIENTO)"*. Quito.
- Instituto Geofísico. (17 de abril de 2016). *Informe sísmico especial N. 13 - 2016*. Obtenido de Informe técnico del sismo de Pedernales: <https://www.igepn.edu.ec/servicios/noticias/1317-informe-sismico-especial-n-13-2016>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (noviembre de 2001). *Ecuador en cifras*. Obtenido de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/Fasciculos_Censales/Fasc_Cantoniales/El_Oro/Fasciculo_Machala.pdf
- Lopez, F., Medina, V., Borja, O., García, G., & Chávez, A. (12 de marzo de 2017). Obtenido de Machala histórica: <https://sites.google.com/site/mashallhistorica/home/aspecto-fsico-del-cantn-machala?tmpl=%2Fsystem%2Fapp%2Ftemplates%2Fprint%2F&showPrintDialog=1>
- López, L. (2013). Estudio y evaluación de impacto ambiental en ingeniería civil. En L. López, *Estudio y evaluación de impacto ambiental en ingeniería civil* (págs. 75-77). San Vicente del Raspeig: Editorial Club Universitario.

NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCION. (2014). *PELIGRO SISMICO: DISEÑO SISMO RESISTENTE*.

Organizacion Panamericana de la Salud. (2010). *GUIA PARA LA EVALUACION DE ESTABLECIMIENTOS DE SALUD DE MEDIANA Y BAJA COMPLEJIDAD*. Washington DC.

Paez, D., Zabala, J., & Y, R. (Octubre de 2016). Piso blando, una falla común en el terremoto de Pedernales. *Revista CIENCIA*, 19(1), 59-63.

Pérez, J., Aguirre, J., & Ramírez, L. (2018). *Sismicidad y seguridad estructural en las construcciones: lecciones aprendidas en México*. Cuernavaca. doi:10.21149/9300

Rodriguez Cuevas, D. A. (2016). *ANALISIS SISMORRESISTENTE MEDIANTE EL METODO MODAL ESPECTRAL DE UN EDIFICIO HABITACIONAL UBICADO EN LA COMUNA DE TOME*. Concepcion.

Servicio Nacional de Gestion de Riesgos y Emergencia. (2017). *“El terremoto de 1797 ha sido el más devastador de Ecuador”*.

Tejedo Sanchez, C. M. (2016). *ANALISIS SISMO RESISTENTE DE UNA VIVIENDA DE HORMIGON ARMADO DE DOS PLANTAS ALTAS SITUADO AL OESTE EN LA PARROQUIA JAMBELI*. Machala.

Vielma, J. C., Barbat, A. H., & Oller, S. (2008). *UMBRALES DE DAÑO PARA ESTADOS LIMITE DE EDIFICIOS PORTICADOS DE CONCRETO ARMADO DISEÑADOS CONFORME AL ACI-318/IBC-2006*.

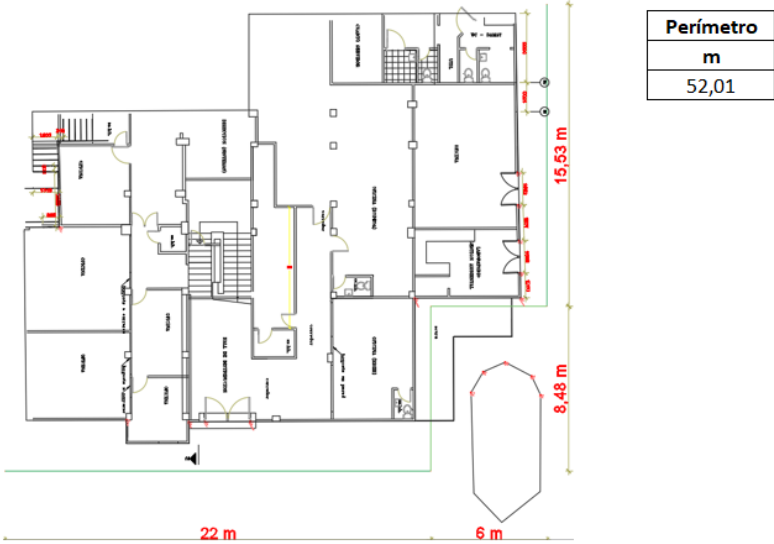
Yáñez, M., Espinoza, E., Pereira, F., & Ruiz, K. (2020). Determinación y mapificación de la fertilidad mediante los sistemas de información geográfica (SIG), de los suelos cantón Machala provincia de el Oro. (S. d. Conocimiento, Ed.) *RECIAMUC*, 94-114. doi:10.26820/114

PLANOS Y ANEXOS

Cálculo de cantidades

CAPÍTULO V
Código: 1
Rubro: Cerramiento de la zona
Unidad: m
Medición: Se usará malla verde para el cerramiento, se mide según la cantidad de metros necesarios para colindar el área de trabajo

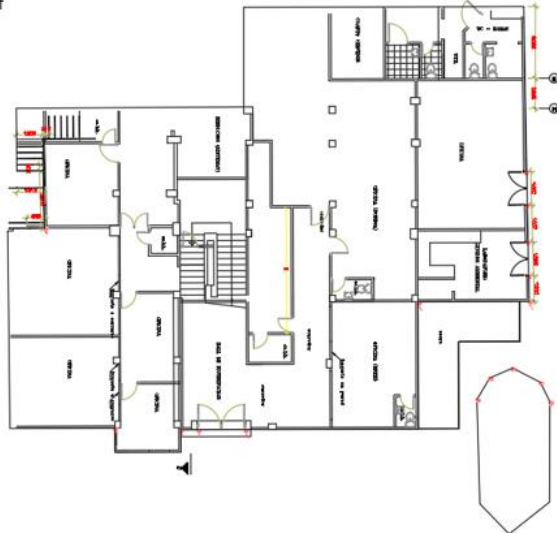
Gráfico



CAPÍTULO V

Código: 2
 Rubro: Retiro de elementos arquitectónicos
 Unidad: u
 Medición: Se mide según la cantidad de puertas, ventanas, entre otros elementos arquitectónicos a retirar

Gráf



Cantidad de puertas	Cantidad de ventanas	Total elementos
53	44	97



Código: 3
 Rubro: Retiro de instalaciones
 Unidad: u
 Medición: Se mide de acuerdo a los puntos de luz que existen en cada oficina



Puntos de luz (planta baja y primera planta alta)		
Oficinas pequeñas, baños y bodegas	Puntos de luz por cada habitación	Puntos de luz (total)
18	2	36
Oficinas medianas y escaleras	Puntos de luz por cada habitación	Puntos de luz (total)
12	4	48
Oficinas grandes	Puntos de luz por cada habitación	Puntos de luz (total)
6	6	36
Metros totales de pasillos	Luminarias por metro de pasillo	Puntos de luz (total)
19	0,5	10

Puntos de agua potable (planta baja y primera planta alta)		
SS.HH	Puntos de agua por cada baño	Puntos de agua (total)
8	2	16

Puntos de agua potable (última planta)		
SS.HH	Puntos de agua por cada baño	Puntos de agua (total)
2	2	4

Tomacorrientes
Cantidad de tomacorrientes
150

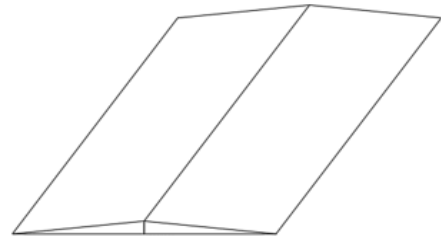
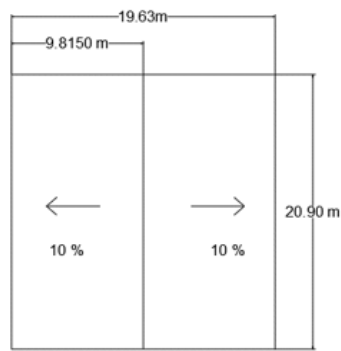
Puntos de luz (última planta)		
Auditorio	Puntos de luz en auditorio	Puntos de luz (total)
1	20	20

Total de instalaciones	320
------------------------	-----

CAPÍTULO V

Código: 4
Rubro: Retiro de cubierta
Unidad: m²
Medición: Se mide según el área de cubierta a desmontar, la cubierta tiene dos aguas

Gráfico

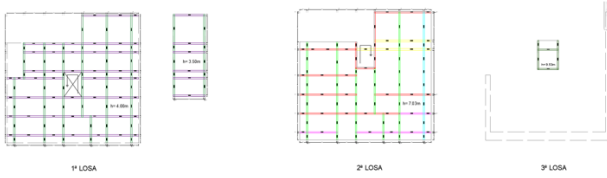


Largo	Ancho	Pendiente	Área cubierta inclinada
m	m	%	m ²
19,63	20,9	10	412,3

CAPÍTULO V

Código: 5
 Rubro: Demolición de elementos estructurales
 Unidad: m3
 Medición: Se mide en volumen, según la cantidad de m3 a demoler

Gráfico



Columnas	Cantidad	Longitud	Volumen
30x30	95	3,75	32,0625
25x25	24	3,5	5,25

Vigas	Longitud total	Volumen
25x70	169,94	29,7395
25x50	127,88	22,379
20x40	70,75	12,38125
20x45	77,2	13,51
20x50	23,13	4,04775
20x60	19,89	3,48075
30x45	21,08	3,689

Losa	Área	Cantidad	Volumen
e=0,2	558,279	1	111,6558
e=0,15	558,279	2	167,4837

Volumen total	405,679
----------------------	---------

CAPÍTULO V

Código: 10
 Rubro: Trazado y replanteo
 Unidad: m2
 Medición: Se mide en m2 según el área de la zona de trabajo

Gráfico



Largo de la zona	Ancho de la zona	Área total
m	m	m2
25,15	20,9	525,635

CAPÍTULO V

Código: 11
 Rubro: Limpieza y desbroce
 Unidad: m2
 Medición: Se mide en m2 según el área de la zona de trabajo

Gráfico

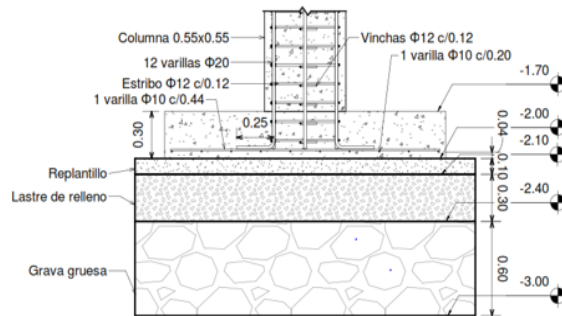


Largo de la zona	Ancho de la zona	Área total
m	m	m2
25,15	20,9	525,635

CAPÍTULO V

Código: 12
 Rubro: Excavación
 Unidad: m3
 Medición: Se mide en m3 de acuerdo a la cantidad de material que se debe remover de la zona

Gráfico



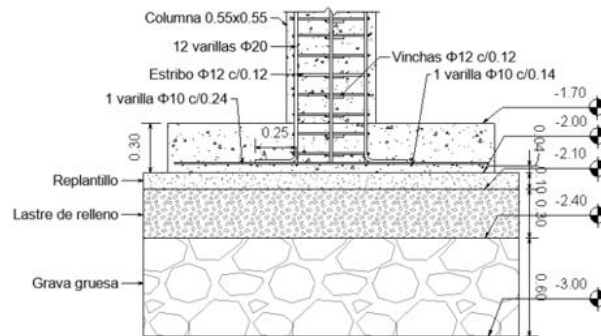
	Área total	Profundidad	Total	Volumen de material desalojado
	m2	m	u	m3
Contrapiso	503,772	0,1	1	50,377
Cimentación	5,29	2,9	29	444,889
				495,266

Total

CAPÍTULO V

Código: 13
 Rubro: Relleno con material
 Unidad: m3
 Medición: Se mide en m3 de acuerdo a la cantidad de material que se debe rellenar en la zona

Gráfico



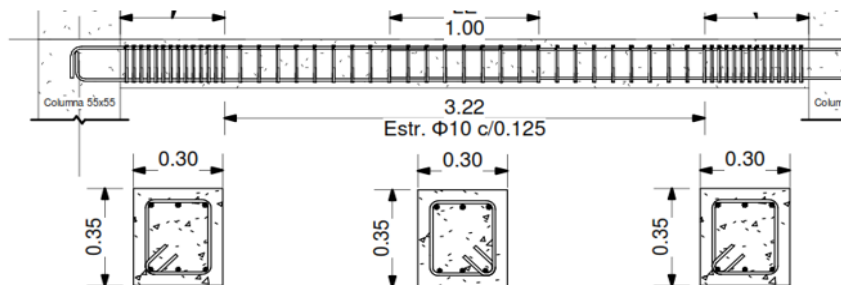
	Área total	Profundidad	Factor de esponjamiento	Total	Volumen de material desalojado
	m2	m		u	m3
Grava gruesa	5,29	0,6	0,89	29	102,17106
Lastre de relleno	5,29	0,3	0,8	29	55,2276
					157,39866

total

CAPÍTULO V

Código: 14
 Rubro: Hormigón f'c= 210 kg/cm2 para vigas
 Unidad: m3
 Medición: Se mide en m3 de acuerdo a la cantidad de concreto requerido

Gráfico



Cantidad	Aumento debido al estado seco del hormigón	Cantidad total
m3	%	m3
42,89	1	43,3189

CAPÍTULO V

15

Código:

Rubro:

Unidad:

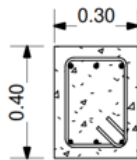
Medición:

Acero de refuerzo $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$ en vigas

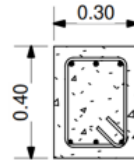
kg

Se mide en kg de acuerdo a la cantidad de acero necesario

Gráfico



Acr. Superior
3Φ20mm
Acr. Inferior
3Φ16mm
Estr. Φ10mm
S. extremo= 75 mm
L gancho estr. 60 mm



Acr. Superior
3Φ20mm
Acr. Inferior
3Φ16mm
Estr. Φ10mm
S. centro= 150mm
L gancho estr. 60 mm

Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 18	Ø 20
mm	mm	mm	mm	mm	mm
5809560	0	142220	1597420	1322240	207900
m	m	m	m	m	m
5809,56	0	142,22	1597,42	1322,24	207,9
peso lineal (kg/m)	peso lineal (kg/m)	peso lineal (kg/m)	peso lineal (kg/m)	peso lineal (kg/m)	peso lineal (kg/m)
0,617	0,888	1,208	1,578	1,998	2,466
peso (kg)	peso (kg)	peso (kg)	peso (kg)	peso (kg)	peso (kg)
3584,49852	0	171,80176	2520,72876	2641,83552	512,6814
desperdicios	3692,03348	0	182,109866	2671,972486	2826,76401
					553,695912

TOTAL (kg)	9926,57575
-------------------	------------

CAPÍTULO V

Código:

16

Rubro:

Encofrado de vigas

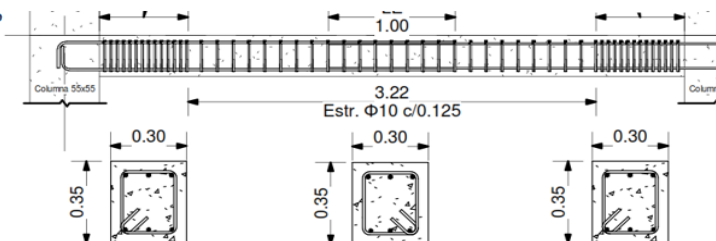
Unidad:

m²

Medición:

Se mide en m², de acuerdo al área de las caras de vigas

Gráfico



V 30X35

V 30X40

V 25x30

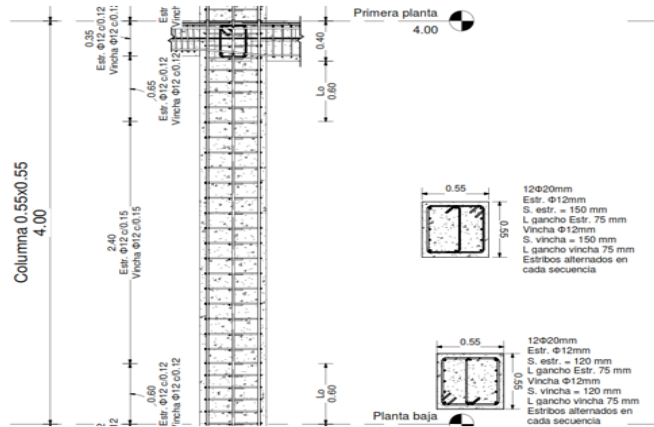
Base	Peralte	Largo (Total)	Área total
cm	cm	cm	cm ²
30	35	45241	5881330
30	40	43291	6060740
25	30	20479	2252690

Área en m²	1419,476
------------------------------	----------

CAPÍTULO V

Código: 17
 Rubro: Hormigón f'c= 210 kg/cm2 para columnas
 Unidad: m3
 Medición: Se mide en m3 de acuerdo a la cantidad de concreto requerido

Gráfico

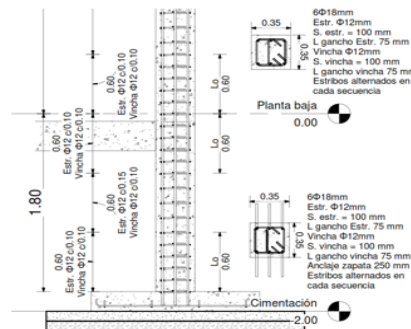


Cantidad	Aumento estado seco a endurecido	Cantidad total
m3	%	m3
67,74	1	68,4174

CAPÍTULO V

Código: 18
 Rubro: Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2 en columnas
 Unidad: kg
 Medición: Se mide en kg de acuerdo a la cantidad de acero necesario

Gráfico



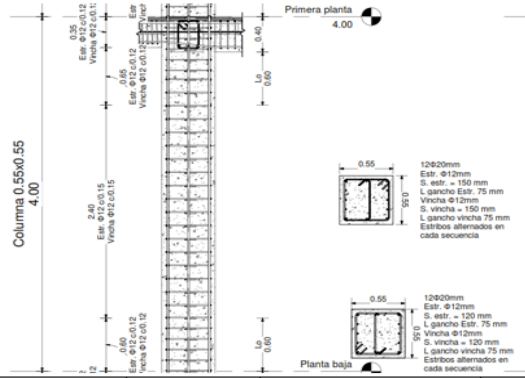
Ø 12	Ø 16	Ø 18	Ø 20
mm	mm	mm	mm
5192170	285000	147840	2839120
m	m	m	m
5192,17	285	147,84	2839,12
peso lineal (kg/m)	peso lineal (kg/m)	peso lineal (kg/m)	peso lineal (kg/m)
0,888	1,578	1,998	2,466
peso (kg)	peso (kg)	peso (kg)	peso (kg)
4610,64696	449,73	295,38432	7001,26992
4841,179308	476,7138	316,0612224	7561,371514

TOTAL (kg)	13195,32584
-------------------	--------------------

CAPÍTULO V

Código: 19
 Rubro: Encofrado de columnas
 Unidad: m2
 Medición: Se mide en m2, de acuerdo al área de las caras de columnas

Gráfico



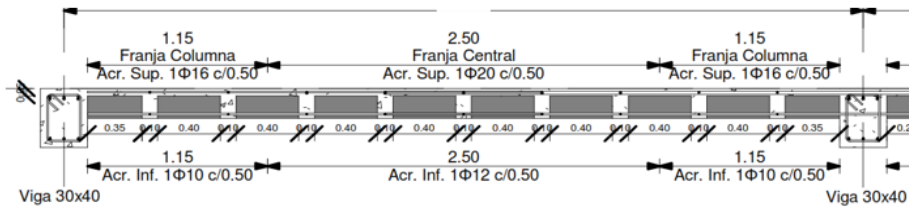
	Base	Peralte	Largo (Total)	Área total
	cm	cm	cm	cm2
C 55X55	55	55	23489	5167580
C 50X50	50	50	12422	2484400
C 45X45	45	45	18975	3415500
C 35X35	35	35	10840	1517600
C 30X30	30	30	4750	570000

Área en m2	1315,508
------------	----------

CAPÍTULO V

Código: 20
 Rubro: Hormigón f'c= 210 kg/cm2 para losas
 Unidad: m3
 Medición: Se mide en m3 de acuerdo a la cantidad de concreto requerido

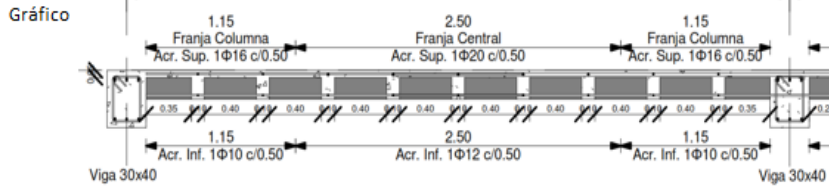
Gráfico



Cantidad	Aumento estado seco a endurecido	Cantidad total
m3	%	m3
78,1	1	78,881

CAPÍTULO V

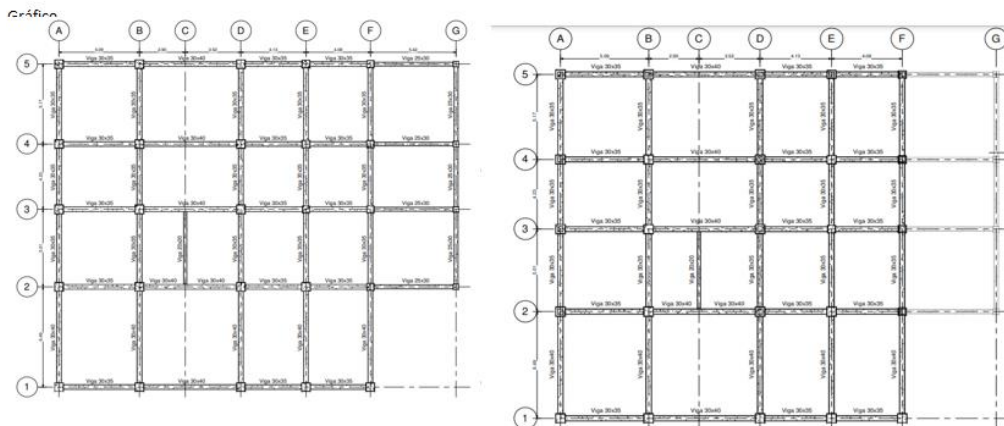
Código: 21
 Rubro: Acero de refuerzo $f_y=4200$ kg/cm² en losas
 Unidad: kg
 Medición: Se mide en kg de acuerdo a la cantidad de acero necesario



Ø 10	Ø 12	Ø 16	Ø 20
mm	mm	mm	mm
2313940	2010400	1164280	1513280
m	m	m	m
2313,94	2010,4	1164,28	1513,28
peso lineal (kg/m)	peso lineal (kg/m)	peso lineal (kg/m)	peso lineal (kg/m)
0,617	0,888	1,578	2,466
peso (kg)	peso (kg)	peso (kg)	peso (kg)
1427,701	1785,2352	1837,2338	3731,7485
Desperdicio			
1470,532	1874,49696	1947,4679	4030,2884
TOTAL (kg)	5292,49684		

CAPÍTULO V

Código: 22
 Rubro: Encofrado de losas
 Unidad: m²
 Medición: Se mide en m², de acuerdo al área de los paños de losa

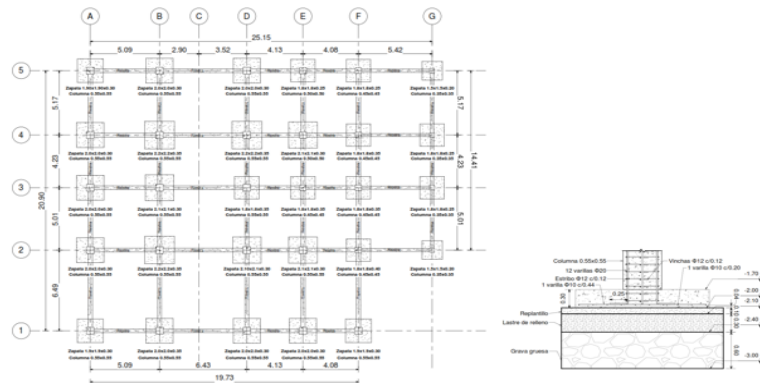


Área por piso	
m ²	
1 er piso	490,2502
2do piso	412,148
Área total [m²]	902,3982

CAPÍTULO V

Código: 23
 Rubro: Hormigón f'c= 210 kg/cm2 para zapatas
 Unidad: m3
 Medición: Se mide en m3 de acuerdo a la cantidad de concreto requerido

Gráfico

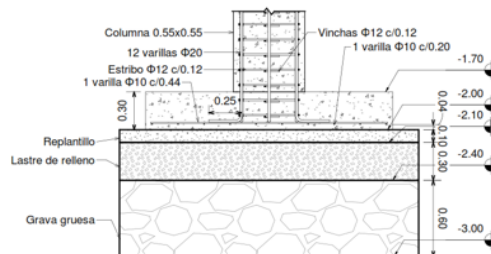


Cantidad	Aumento estado seco	Cantidad total
m3	%	m3
33,4	1	33,734

CAPÍTULO V

Código: 24
 Rubro: Hormigón f'c= 180 kg/cm2 para replantillo
 Unidad: m3
 Medición: Se mide en m3 de acuerdo a la cantidad de concreto requerido

Gráfico

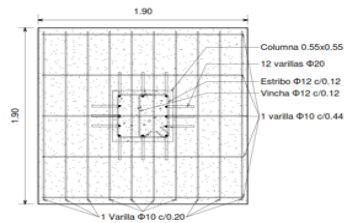


Área total	Profundidad	Total	Volumen de material
m2	m	u	m3
5,29	0,1	29	15,341

CAPÍTULO V

Código: 25
 Rubro: Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2 en zapatas
 Unidad: kg
 Medición: Se mide en kg de acuerdo a la cantidad de acero necesario

Gráfico



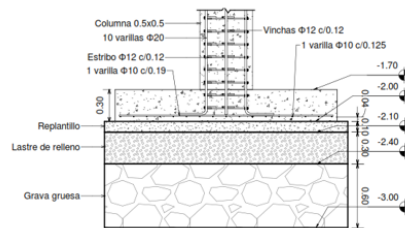
Ø 10
mm
1165460
m
1165,46
peso lineal (kg/m)
0,617
peso (kg)
719,08882
Desperdicio
740,661485

TOTAL (kg)	740,661485
-------------------	------------

CAPÍTULO V

Código: 26
 Rubro: Encofrado de zapatas
 Unidad: m2
 Medición: Se mide en m2, de acuerdo al área de las caras de vigas

Gráfico



	Base	Largo	Peralte	Total zapatas	Área total
	cm	cm	cm	u	cm2
Z 2X2X0,29	2	2	0,29	7	16,24
Z 1,8X1,8X0,39	1,8	1,8	0,39	1	2,808
Z 1,9x1,9x0,29	1,9	1,9	0,29	3	6,612
Z 2,2X2,2X0,34	2,2	2,2	0,34	3	8,976
Z 2,1X2,1X0,29	2,1	2,1	0,29	4	9,744
Z 1,8X1,8X0,34	1,8	1,8	0,34	4	9,792
Z 2X2X0,34	2	2	0,34	1	2,72
Z 1,75X1,75X0,34	1,75	1,75	0,34	4	9,52
Z 1,5X1,5X0,19	1,5	1,5	0,19	2	2,28

CAPÍTULO V

Código: 27
 Rubro: Hormigón f'c= 210 kg/cm2 para escaleras
 Unidad: m3
 Medición: Se mide en m3 de acuerdo a la cantidad de concreto requerido

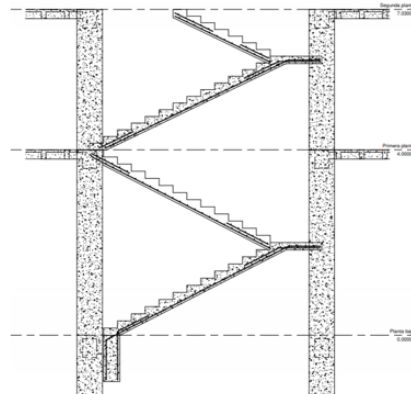
Gráfico

Cantidad [m3]
8,2584

Hormigón seco a endurecido [m3]
8,340984

Área en un escalón [m2]
0,126
Total escalones
47
Ancho [m]
1,2

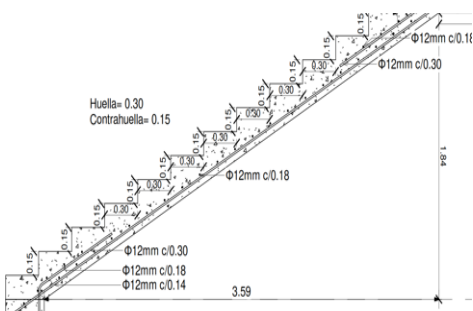
Área de descanso [m2]
0,24
Total descansos
2
Ancho [m]
2,4



CAPÍTULO V

Código: 28
 Rubro: Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2 en escaleras
 Unidad: kg
 Medición: Se mide en kg de acuerdo a la cantidad de acero necesario

Gráfico



	Tramo 1				Tramo 2			
	Longitud subtramo A		Longitud subtramo B		Longitud subtramo A		Longitud subtramo B	
	As +	As -	As +	As -	As +	As -	As +	As -
Cantidad	5,958	3,507	4,32	1,9334	5,06	2,5301	2,271	1,5757
Separación[cm]	14	30	14	30	14	25	15	30
Ancho escalera sin rec [cm]	112	112	112	112	112	112	112	112
Varillas	9	4	9	4	9	5	8	4
Acero total [m]	53,622	14,028	38,88	7,7336	45,54	12,6505	18,168	6,3028

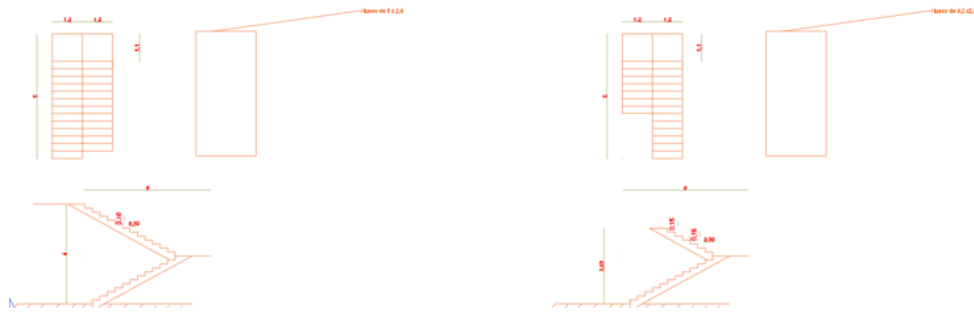
	As retracción
Total varillas	153
Longitud	1,12
Acero total [m]	171,36

Ø 12
mm
368284,9
m
368,2849
peso lineal (kg/m)
0,888
peso (kg)
327,0369912
Desperdicios
343,3888408
TOTAL
343,3888408

CAPÍTULO V

Código: 29
 Rubro: Encofrado de escaleras
 Unidad: m2
 Medición: Se mide en m2, de acuerdo al área proyectada de las escaleras

Gráfico

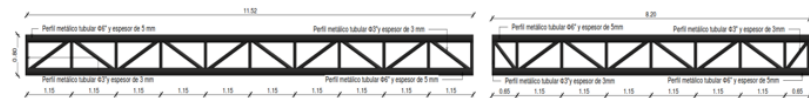


Área escaleras primer piso	Área escaleras segundo piso	Área total escaleras
m2	m2	m2
11,64	9,84	21,48

CAPÍTULO V

Código: 30
 Rubro: Acero de refuerzo A36 perfil circular
 Unidad: kg
 Medición: Se mide en kg de acuerdo a la cantidad de acero necesario

Gráfico



	Área	Longitud	Volumen
	m2	m	m3
Perfil T3	0,00035202	353,69757	0,12450701
Perfil T6	0,00117731	606,65057	0,7142169

densidad acer 7860 kg/m3

Aacero A36 e	6592,369969
--------------	-------------

CAPÍTULO V

Código: 31
 Rubro: Plancha de zinc espesor=0,2 mm
 Unidad: m2
 Medición: Se mide en m2, de acuerdo al área del techo

Gráfico



Área de cubierta [m2]	412,15
Se usarán planchas de 8x8 pies	
Longitud de traslape [m]	0,15
Cantidad de planchas	70
Área total [m2]	551,18

Agregando traslape a cada plancha	551,2
------------------------------------------	-------

Código 32
 Rubro Retiro de instalaciones
 Unidad u
 Medición Se mide de acuerdo a los puntos de luz que existen en cada oficina

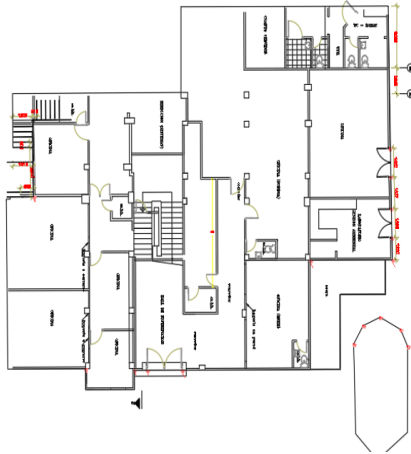


Puntos de luz (planta baja y primera planta alta)		
Oficinas pequeñas, baños y bodegas	Puntos de luz por cada habitación	Puntos de luz (total)
18	2	36
Oficinas medianas y escaleras	Puntos de luz por cada habitación	Puntos de luz (total)
12	4	48
Oficinas grandes	Puntos de luz por cada habitación	Puntos de luz (total)
6	6	36
Metros totales de pasillos	Luminarias por metro de pasillo	Puntos de luz (total)
19	0,5	10

Puntos de luz (última planta)		
Auditorio	Puntos de luz en auditorio	Puntos de luz (total)
1	20	20

Total de puntos de luz	150
-------------------------------	-----

Código 33
 Rubro Puntos de agua
 Unidad u
 Medición Se mide de acuerdo a los puntos de agua que existen en cada oficina



Puntos de agua potable (planta baja y primera planta alta)		
SS.HH	Puntos de agua por cada baño	Puntos de agua (total)
8	2	16

Puntos de agua potable (ultima planta)		
SS.HH	Puntos de agua por cada baño	Puntos de agua (total)
2	2	4

Total de instalaciones	20
------------------------	----

Análisis de precios unitarios

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro:	1,00	Unidad	u
Detalle:	Batería sanitaria para obreros		
Rendimiento:	8 Unidades/Día	1,000	Horas/unid
EQUIPOS			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Herramientas 5% mano de obra			0,3840
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)			0,3840
MANO DE OBRA			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO
Peón (E0 E2)	1,0000	3,6200	3,6200
Maestro de obra (E0 C1)	1,0000	4,0600	4,0600
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)			7,6800
MATERIALES			
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO
Batería sanitaria portátil incluye una limpieza semanal	u	1,0000	440,0000
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)			440,0000
TRANSPORTE			
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	COSTO
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)			-
Descripción:	1	COSTO DIRECTO (CD = EQ+MO+ TOTAL MA.)	
	2	GASTOS GENERALES (GG = 6,00% x (CD))	
	3	UTILIDAD (UT) (4,00% x (CD))	
	4	OTROS INDIRECTOS (OI) (10,00% x (CD))	
	5	COSTO TOTAL DEL RUBRO (GG+UT+OI+CD)	
Preparación con mezcladora de 3-11 p3.		VALOR OFERTADO	
		448,0640	
		26,8838	
		17,9226	
		44,8064	
		537,6768	
		537,68	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 8,00 Unidad m2
 Detalle: Retiro de cubierta
 Rendimiento: 18,461538 Unidades/Día 0,433 Horas/unid

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HOR	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas 5% de mano de obra		-	-	-	0,4996
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					0,4996

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HOR	RENDIMIENTO	COSTO
Peón (EO E2)	3,0000	3,6200	10,8600	0,4333	4,7060
Albañil (EO D2)	3,0000	3,6600	10,9800	0,4333	4,7580
Maestro de obra (EO C1)	0,3000	4,0600	1,2180	0,4333	0,5278
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					9,9918

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		-	-	-
		-	-	-
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)				-

TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	TARIFA	CANTIDAD	COSTO	
		-	-	-	0	
		-	-	-	0	
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					-	

Descripción:	1	COSTO DIRECTO (CD = EQ+MO+ MA)	TOTAL CD:	10,4914
Preparación con mezcladora de 9-11 p3, vivador de gasolina de 2.0", 4 HP vaciado con	2	GASTOS GENERALES	6,00% x (CD)	0,6295
	3	UTILIDAD (UT)	4,00% x (CD)	0,4197
	4	OTROS INDIRECTOS	10,00% x (CD)	1,0491
	5	COSTO TOTAL DEL RUBRO	GG+UT+CD	12,5897
		VALOR OFERTADO		12,59

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 9.1 Unidad m3
 Detalle: Demolición de elementos estructurales
 Rendimiento: 10 Unidades/Día 0,800 Horas/unid

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HOR	RENDIMIENTO	COSTO
Martillo neumático con compresor	1,0000	20,0000	20,0000	1,6000	32,0000
Herramientas 5% de mano de obra		-	-	-	1,7765
		-	-	-	-
		-	-	-	-
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					33,7765

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HOR	RENDIMIENTO	COSTO
Peón (EO E2)	8,0000	3,6200	28,9600	0,8000	23,1680
Albañil (EO D2)	2,0000	3,6600	7,3200	0,8000	5,8560
Maestro de obra (EO C1)	0,2000	4,0600	0,8120	0,8000	0,6496
Operador de equipo liviano (EO D2)	2,0000	3,6600	7,3200	0,8000	5,8560
		-	-	-	-
		-	-	-	-
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					35,5296

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Agua	m3	0,1000	0,8500	0,0850
		-	-	-
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)				0,0850

TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	TARIFA	CANTIDAD	COSTO	
		-	-	-	0	
		-	-	-	0	
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					-	

Descripción:	1	COSTO DIRECTO (CD = EQ+MO+MA)	TOTAL CD:	69,3911
Preparación con mezcladora de 9-11 p3.	2	GASTOS GENERALES	6,00% x (CD)	4,1635
	3	UTILIDAD (UT)	4,00% x (CD)	2,7756
	4	OTROS INDIRECTOS	10,00% x (CD)	6,9331
	5	COSTO TOTAL DEL RUBRO	GG+UT+CD	83,2693
		VALOR OFERTADO		83,27

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 13,00 Unidad m3
 Detalle: Relleno compactado con material clasificado
 Rendimiento: 13,3 Unidades/Día 0,600 Horas/unid

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HOR	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas 5% de mano de obra		-	-	-		0,1586
Excavadora de oruga	0,1000	35,0000	3,5000	0,6000		2,1000
Plancha vibropisonadora	1,0000	6,2600	6,2600	0,6000		3,7560
		-	-	-		-
		-	-	-		-
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)						6,0146
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HOR	RENDIMIENTO	COSTO	
Peón (EO E2)	1,0000	3,6600	3,6600	0,6000		2,1960
Albañil (EO D2)	0,3333	3,6600	1,2200	0,6000		0,7320
Maestro de obra (EO C1)	0,1000	4,0600	0,4060	0,6000		0,2436
		-	-	-		-
		-	-	-		-
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)						3,1716
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
Cascajo mediano fino	m3	1,2500	7,5000			9,3750
		-	-			0
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)						9,3750
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
	1,00	-	-	-		-
	1,00	-	-	-		0
	1,00	-	-	-		0
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)						-
Descripción: Con valladas aisladas	1 COSTO DIRECTO (CD = EQ+MO+MA. TOTAL CD) 18,5612 2 GASTOS GENERALES (G) 6,00% x (CD) 1,1137 3 UTILIDAD (UT) 4,00% x (CD) 0,7424 4 OTROS INDIRECTOS (OI) 10,00% x (CD) 1,8561 5 COSTO TOTAL DEL RUBRO GG+UT+OI 22,2734 VALOR OFERTADO 22,27					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 14,00 Unidad m3
 Detalle: Plintos fc=210 Kg/cm2.
 Rendimiento: 8 Unidades/Día 1,000 Horas/unid

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HOR	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas 5% de mano de obra		-	-	-		1,8380
Concretera 1 saco	1,0000	4,4800	4,4800	1,0000		4,4800
Vibrador de manguera	1,0000	4,0600	4,0600	1,0000		4,0600
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)						10,3780
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HOR	RENDIMIENTO	COSTO	
EO C1	1,0000	4,0600	4,0600	1,0000		4,0600
Albañil (EO D2)	2,0000	3,6600	7,3200	1,0000		7,3200
Operador liviano (EO D2)	1,0000	3,6600	3,6600	1,0000		3,6600
EO E2	6,0000	3,6200	21,7200	1,0000		21,7200
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)						36,7600
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
Arena para Hormigón	m³	0,6500	18,3600			11,9340
Cemento Fuerte tipo GU saco 50kg - Holcim D1	saco	8,2100	7,6800			63,0528
Piedra 3/4"	m3	0,9500	18,6700			17,7365
Agua	l	195,0000	0,0009			0,16575
Plastiment BV-40 10 Kg - Sika DISENSA	u	0,0700	22,6000			1,5820
		-	-			0
		-	-			0
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)						94,4711
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
	-	-	-	-		0
	-	-	-	-		0
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)						-
Descripción: Preparación con mezcladora de 9-11 p3.	1 COSTO DIRECTO (CD = EQ+MO+M TOTAL CD) 141,6091 2 GASTOS GENERALES (G) 6,00% x (CD) 8,4965 3 UTILIDAD (UT) 4,00% x (CD) 5,6644 4 OTROS INDIRECTOS (C) 10,00% x (CD) 14,1609 5 COSTO TOTAL DEL RUBRO GG+UT+OI 169,9309 VALOR OFERTADO 169,93					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro:	15,00	Unidad	m3		
Detalle:	Replantiillo fc=140 Kg/cm2.				
Rendimier	8 Unidades/Dia		1,000 Horas/unid		
EQUIPOS					
ESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HO	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas 5% de mano de obra		-	-	-	1,9950
Concretera 1saco	1,0000	4,4800	4,4800	1,0000	4,4800
		-	-	-	-
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					6,4750
MANO DE OBRA					
ESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO HO	RENDIMIENTO	COSTO
Albañil (EO D2)	2,0000	3,6600	7,3200	1,0000	7,3200
EO E2	9,0000	3,6200	32,5800	1,0000	32,5800
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					39,9000
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Arena para Hormigón	m³	0,6500	13,5000	8,775	
Cemento Fuerte tipo GU saco 50kg - Holcim DL	saco	6,1800	7,6800	47,4624	
Piedra chancada 1/2"	m3	0,9500	18,0000	17,1	
Agua	m3	0,2500	0,8500	0,2125	
		-	-	0	
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)				73,5499	
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		-	-	-	-
		-	-	-	0
		-	-	-	0
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					-
Descripción:	1	COSTO DIRECTO (CD = EQ+MO+ TOTAL CD)	119,9249		
	2	GASTOS GENERALES (6,00% x (CD))	7,1955		
	3	UTILIDAD (UT) (4,00% x (CD))	4,7970		
	4	OTROS INDIRECTOS (10,00% x (CD))	11,9925		
	5	COSTO TOTAL DEL RUBRO (GG+UT+C)	143,9099		
		VALOR OFERTADO	143,91		

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro:	16,00	Unidad	kg		
Detalle:	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2 para plintos				
Rendimier	160 Unidades/Dia		0,050 Horas/unid		
EQUIPOS					
ESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HO	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas 5% de mano de obra		-	-	-	0,0529
		-	-	-	-
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					0,0529
MANO DE OBRA					
ESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO HO	RENDIMIENTO	COSTO
Peón (EO E2)	2,0000	3,6200	7,2400	0,0727	0,5263
Albañil (EO D2)	2,0000	3,6600	7,3200	0,0727	0,5322
		-	-	-	-
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					1,0585
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Alambre de amarre n° 18	kg	0,0500	1,5300	0,0765	
Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg	1,0500	0,8100	0,8505	
		-	-	0	
		-	-	0	
		-	-	0	
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)				0,9270	
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		-	-	-	-
		-	-	-	0
		-	-	-	0
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					-
Descripción:	1	COSTO DIRECTO (CD = EQ+MO+ TOTAL CD)	2,0384		
	2	GASTOS GENERALES (6,00% x (CD))	0,1223		
	3	UTILIDAD (UT) (4,00% x (CD))	0,0815		
	4	OTROS INDIRECTOS (10,00% x (CD))	0,2038		
	5	COSTO TOTAL DEL RUBRO (GG+UT+C)	2,4461		
		VALOR OFERTADO	2,45		

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 19,00 Unidad: kg
 Detalle: Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2 para columnas
 Rendimi: 320 Unidades/Dia 0,025 Horas/uni

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HOR	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas 5% de mano de obra	-	-	-	-	-	0,0529
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)						0,0529
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO HOR	RENDIMIENTO	COSTO	
Peón (EO E2)	2,0000	3,6200	7,2400	0,0727		0,5263
Albañil (EO D2)	2,0000	3,6600	7,3200	0,0727		0,5322
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)						1,0585
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
Alambre de amarre n° 18	kg	0,0500	1,5300			0,0765
Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg	1,0500	0,8100			0,8505
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)						0,9270
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
	-	-	-	-	-	0
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)						0
Descripción:	1	COSTO DIRECTO (CD = EQ+MO+MA) TOTAL CD:				2,0384
	2	GASTOS GENERAL 6,00% x (CD)				0,1223
	3	UTILIDAD (UT) 4,00% x (CD)				0,0815
	4	OTROS INDIRECTO 10,00% x (CD)				0,2038
	5	COSTO TOTAL DEL RUBRO GG+UT+OI				2,4461
		VALOR OFERTADO				2,45

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 20,00 Unidad: m2
 Detalle: Encofrado y desencofrado columnas
 Rendimi: 40 Unidades/Dia 0,200 Horas/uni

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HOR	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas 5% de mano de obra	-	-	-	-	-	0,1895
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)						0,1895
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO HOR	RENDIMIENTO	COSTO	
Peón (EO E2)	1,0000	3,6200	3,6200	0,8000		2,8960
Carpintero (EO D2)	1,0000	1,0000	1,0000	0,5700		0,5700
Maestro de obra (EO C1)	1,0000	4,0600	4,0600	0,0800		0,3248
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)						3,7908
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
Clavos 3"	kg	0,4000	2,1300			0,852
Viga de madera tratada 8x8 cm	m	1,3900	3,0000			4,17
Alfaja 7x7x250	u	1,4500	3,0000			4,35
Tablero TRIPLEX CORRIENTE 1,22x2,44x15 c	m	0,3400	32,5100			11,0534
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)						20,4254
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
	-	-	-	-	-	0
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)						0
Descripción:	1	COSTO DIRECTO (CD = EQ+MO+MA) TOTAL CD:				24,4057
	2	GASTOS GENERAL 6,00% x (CD)				1,4643
	3	UTILIDAD (UT) 4,00% x (CD)				0,3762
	4	OTROS INDIRECTO 10,00% x (CD)				2,4406
	5	COSTO TOTAL DEL RUBRO GG+UT+OI				29,2863
		VALOR OFERTADO				29,29

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 21.00 Unidad: m3
 Detalle: Vigas de f'c=210 Kg/cm2.
 Rendimiento: 8 Unidades/Día 1,000 Horas/uni

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HOR	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas 3% de mano de obra	-	-	-	-	1,2128
Mezcladora de 9-11 p3	1,0000	4,4800	4,4800	1,0000	4,4800
Vibrador 2", 4HP	1,0000	4,0800	4,0800	1,0000	4,0800
Vinche eléctrico de dos tambores.	1,0000	4,0000	4,0000	1,0000	4,0000
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					13,7526

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO HOR	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro de obra (EO C1)	1,0000	4,0600	4,0600	1,0000	4,0600
Albañil (EO D2)	3,0000	3,6600	10,9800	1,0000	10,9800
Operador de equipo liviano (EO D2)	1,0000	3,6600	3,6600	1,0000	3,6600
Peón (EO E2)	6,0000	3,6200	21,7200	1,0000	21,7200
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					40,4200

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Arena para Hormigón	m³	0,6500	18,3600	11,934
Cemento Fuerte tipo GU saco 50kg - Holcim DIS	saco	8,2100	7,6800	63,0528
Piedra 3/4"	m3	0,9500	18,6700	17,7365
Agua	l	195,0000	0,0003	0,16575
Plastiment BY-40 10 Kg - Sika DISENSA	u	0,0700	22,6000	1,582
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)				94,4711

DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					

Descripción:	1	COSTO DIRECTO (CD = EQ+MO+M. TOTAL CD)	*****
Preparación con mezcladora de 9-11 p3. vibrador de	2	GASTOS GENERAL 6,00% x (CD)	8,3188
	3	UTILIDAD (UT) 4,00% x (CD)	5,9457
	4	OTROS INDIRECTO (OI) 10,00% x (CD)	14,8644
	5	COSTO TOTAL DEL RUBRO GG+UT+OI+CD	178,3724
		VALOR OFERTADO	178,37

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 22.00 Unidad: kg
 Detalle: Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2 para vigas
 Rendimiento: 320 Unidades/Día 0,025 Horas/uni

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HOR	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas 5% de mano de obra	-	-	-	-	0,0529
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					0,0529

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO HOR	RENDIMIENTO	COSTO
Peón (EO E2)	2,0000	3,6200	7,2400	0,0727	0,5263
Albañil (EO D2)	2,0000	3,6600	7,3200	0,0727	0,5322
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					1,0585

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Alambre de amarre n° 18	kg	0,0500	1,5300	0,0765
Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg	1,0500	0,8100	0,8505
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)				0,9270

DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					

Descripción:	1	COSTO DIRECTO (CD = EQ+MO+M. TOTAL CD)	2,0384
Preparación con mezcladora de 9-11 p3.	2	GASTOS GENERAL 6,00% x (CD)	0,1223
	3	UTILIDAD (UT) 4,00% x (CD)	0,0815
	4	OTROS INDIRECTO (OI) 10,00% x (CD)	0,2038
	5	COSTO TOTAL DEL RUBRO GG+UT+OI+CD	2,4461
		VALOR OFERTADO	2,45

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 23,00 Unidad m2
 Detalle: Encofrado y desencofrado de viga (típica).
 Rendimier 40 Unidades/día 0,200 Horas/unid

ESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	HORAS/UNID	COSTO
Herramientas 5% de mano de obra		-	-	-	0,1618
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					0,1618

ESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO	HORAS/UNID	COSTO
Maestro de obra (EQ C1)	1,0000	4,0600	4,0600	0,0800	0,3248
Albañil (EQ D2)	1,0000	3,6600	3,6600	0,4000	1,4640
Peón (EQ E2)	1,0000	3,6200	3,6200	0,4000	1,4480
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					3,2368

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Clavos	kg	0,5000	1,0300	0,5150
Tabla dura de encofrado de 0,30m	u.	3,7500	5,5000	20,6250
Tiras	u.	1,5000	1,4500	2,1750
Pingos	m	0,5000	1,1000	0,5500
		-	-	0
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)				23,8650

DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
					0
					0
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					-

Descripción:	1	COSTO DIRECTO (CD = EQ+MO+ TOTAL CC)	27,2636
Tabla dura de encofrado de 0,30m en bruto	2	GASTOS GENERALES (6,00% x (CD))	1,6358
	3	UTILIDAD (UT) (4,00% x (CD))	1,0905
	4	OTROS INDIRECTOS (10,00% x (CD))	2,7264
	5	COSTO TOTAL DEL RUBRO (GG+UT+C)	32,7164
		VALOR OFERTADO	32,72

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 24,00 Unidad m3
 Detalle: Losa aligada e=20 cm fc=210 Kg/cm2.
 Rendimier 6,96 Unidades/Día 1,150 Horas/unid

ESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	HORAS/UNID	COSTO
Herramientas 5% de mano de obra		-	-	-	2,1137
Mezcladora de 9-11 p3	1,1500	4,4800	5,1520	1,0000	5,1520
Vibrador 2". 4HP	1,1500	4,0600	4,6690	1,0000	4,6690
Elevador	1,1500	6,8000	7,8200	1,0000	7,8200
		-	-	-	-
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					19,7547

ESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO	HORAS/UNID	COSTO
EO C1	1,1500	4,0600	4,6690	1,0000	4,6690
Albañil (EQ D2)	2,3000	3,6600	8,4180	1,0000	8,4180
Operador liviano (EQ D2)	1,1500	3,6600	4,2090	1,0000	4,2090
EO E2	6,9000	3,6200	24,9780	1,0000	24,9780
		-	-	-	-
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					42,2740

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Arena para Hormigón	m³	0,6500	18,3600	11,9340
Cemento Fuerte tipo GU saco 50kg - Holcim DLS	saco	8,2100	7,6800	63,0528
Piedra 3/4"	m3	0,9500	18,6700	17,7365
Bloque alivianado 40x40x15 cm	u.	40,0000	1,2300	49,2000
Acelerante Aditec FA-111	4 kg	2,1600	5,3800	11,6208
Plástico polietileno	m	24,0000	0,6100	14,6400
Agua	l	195,0000	0,0009	0,16575
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)				168,3499

DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
					0
					0
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					-

Descripción:	1	COSTO DIRECTO (CD = EQ+MO+ TOTAL CC)	230,3786
Preparación con mezcladora de 9-11p3.	2	GASTOS GENERALES (6,00% x (CD))	13,8227
	3	UTILIDAD (UT) (4,00% x (CD))	9,2151
	4	OTROS INDIRECTOS (10,00% x (CD))	23,0379
	5	COSTO TOTAL DEL RUBRO (GG+UT+C)	276,4543
		VALOR OFERTADO	276,45

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 27.00 Unidad m3
 Detalle: Escaleras fc=210 Kg/cm2
 Rendimier 7.3 Unidades/Dia 1.100 Horas/unid

ESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	OSTO	HOFENDIMIENTO	COSTO
Herramientas 5% de mano de obra	-	-	-	-	2,0218
Concretera 1 saco	1,3000	4,4800	4,9280	1,0000	4,9280
Vibrador de manguera	1,3000	4,0600	4,4660	1,0000	4,4660
Andamio	1,3000	0,0600	0,0660	1,1000	0,0726
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					11,4884

ESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL	HOF	OSTO	HOFENDIMIENTO	COSTO
EO C1	1,3000	4,0600	4,4660	1,0000	4,4660	4,4660
Albañil (EO D2)	2,2000	3,6600	8,0520	1,0000	8,0520	8,0520
Operador liviano (EO D2)	1,1000	3,6600	4,0260	1,0000	4,0260	4,0260
EO E2	6,6000	3,6200	23,8920	1,0000	23,8920	23,8920
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)						40,4360

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Arena para Hormigón	m³	0,6500	18,3600	11,934
Cemento Fuerte tipo GU saco 50kg - Holcim D1	saco	8,2100	7,6800	63,0528
Piedra 3/4"	m³	0,9500	18,6700	17,7365
Agua	l	195,0000	0,0009	0,18575
Plastiment BV-40 10 Kg - Sika DISENSA	u	0,0700	22,6000	1,582
		-	-	0
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)				94,4711

DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
	-		-	-	0
	-		-	-	0
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					-

Descripción:	1	COSTO DIRECTO (CD = EQ+MO+ MA)	TOTAL CD	146,3955
	2	GASTOS GENERAL	6,00% x (CD)	8,7837
	3	UTILIDAD (UT)	4,00% x (CD)	5,8558
	4	OTROS INDIRECTO	10,00% x (CD)	14,6395
	5	COSTO TOTAL DEL RUBRO	GG+UT+C	175,6745
Preparación con mezcladora de 9-11p3.		VALOR OFERTADO		175,67

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 28.00 Unidad kg
 Detalle: Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2 para escaleras
 Rendimier 160 Unidades/Dia 0,050 Horas/unid

ESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	OSTO	HOFENDIMIENTO	COSTO
Herramientas 5% de mano de obra	-	-	-	-	0,0182
	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					0,0182

ESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL	HOF	OSTO	HOFENDIMIENTO	COSTO
Peón (EO E2)	1,0000	3,6200	3,6200	0,0500	0,1810	0,1810
Albañil (EO D2)	1,0000	3,6600	3,6600	0,0500	0,1830	0,1830
	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)						0,3640

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Alambre de amarre n° 18	kg	0,0500	1,5300	0,0765
Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg	1,0500	0,8100	0,8505
		-	-	0
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)				0,9270

DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
	-		-	-	0
	-		-	-	0
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					-

Descripción:	1	COSTO DIRECTO (CD = EQ+MO+ MA)	TOTAL CD	1,3092
	2	GASTOS GENERAL	6,00% x (CD)	0,0786
	3	UTILIDAD (UT)	4,00% x (CD)	0,0524
	4	OTROS INDIRECTO	10,00% x (CD)	0,1309
	5	COSTO TOTAL DEL RUBRO	GG+UT+C	1,5710
Preparación con mezcladora de 9-11p3.		VALOR OFERTADO		1,57

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 30,00 Unidad kg
 Detalle: Perfil de acero A 36
 Rendimiento: 218,1818 Unidades/Día 0,037 Horas/unid

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HOR	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas 5% de mano de obra	-	-	-	-	0,2583
Amoladora eléctrica	0,1100	4,3000	0,4730	1,0000	0,4730
Soldadora eléctrica 300 a	0,1100	1,9800	0,2178	1,0000	0,2178
Grúa móvil	0,0100	35,0000	0,3500	1,0000	0,3500
Equipo Oxicorte	0,1100	1,5400	0,1694	1,0000	0,1694

SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.) 1,4671

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HOR	RENDIMIENTO	COSTO
Peón (EO E2)	0,3300	3,6200	1,1946	1,0000	1,1946
Perifoneo (EO C2)	0,3300	3,8600	1,2738	1,0000	1,2738
Maestro De obra (EO C1)	0,0300	4,0600	0,1218	1,0000	0,1218
Operadores de Equipo pesado (EO C1 G1)	0,3300	4,0600	1,3398	1,0000	1,3398
Engrasador o abastecedor responsable (EO D2)	0,3300	3,6600	1,2078	1,0000	1,2078

SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO) 5,1378

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDA	PRECIO UNIT.	COSTO
Anticorrosivo Azarcón	4000 cc	0,0100	15,5600	0,1556
Thinner comercial	4000 cc	0,0100	13,9500	0,1395
Disco de corte	u	0,0100	1,6500	0,0165
Acero en perfil	kg	1,0500	1,0500	1,1025
Electrodo #7010 3/16	kg	0,0500	2,3400	0,117

SUBTOTAL MATERIALES (MA.) 1,5311

DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDA	TARIFA	COSTO
					0
					0

SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.) -

Descripción:	1	COSTO DIRECTO (CD = EQ+MO+M. TOTAL CD)	8,1360
Preparación con mezcladora de 9-11 p3. vivificador de gasolina de 2.0", 4 HP winche eléctrico, cp.	2	GASTOS GENERAL 6,00% x (CD)	0,4882
	3	UTILIDAD (UT) 4,00% x (CD)	0,3254
	4	OTROS INDIRECTOS 10,00% x (CD)	0,8136
	5	COSTO TOTAL DEL RUBRO GG+UT+OT	9,7632
		VALOR OFERTADO	9,76

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 31,00 Unidad m2
 Detalle: Plancha de zinc e=0,2 mm
 Rendimiento: 18,461538 Unidades/Día 0,433 Horas/unid

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HOR	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas 5% de mano de obra	-	-	-	-	2,2838

SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.) 2,2838

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HOR	RENDIMIENTO	COSTO
Peón (EO E2)	7,8000	3,6200	28,2360	1,0000	28,2360
Albañil (EO D2)	3,9000	3,6600	14,2740	1,0000	14,2740
Maestro de obra (EO C1)	0,7800	4,0600	3,1668	1,0000	3,1668

SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO) 45,6768

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDA	PRECIO UNIT.	COSTO
Clavos 3"	kg	0,5000	1,0300	0,515
Plancha de zinc 8 pies	u	0,5500	4,7000	2,585

SUBTOTAL MATERIALES (MA.) 3,1000

DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDA	TARIFA	COSTO
					0
					0

SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.) -

Descripción:	1	COSTO DIRECTO (CD = EQ+MO+M. TOTAL CD)	51,0606
Preparación con mezcladora de 9-11 p3.	2	GASTOS GENERAL 6,00% x (CD)	3,0636
	3	UTILIDAD (UT) 4,00% x (CD)	2,0424
	4	OTROS INDIRECTOS 10,00% x (CD)	5,1061
	5	COSTO TOTAL DEL RUBRO GG+UT+OT	61,2728
		VALOR OFERTADO	61,27

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 32,00 Unidad: u
 Detalle: Punto de luz
 Rendimiento: 4 Unidades/Día 2,000 Horas/unid

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HOR	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas 5% de mano de obra		-	-	-	-	1,1716
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)						1,1716
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HOR	COSTO HOR	RENDIMIENTO	COSTO	
Peón (EO E2)	4,0000	3,6200	14,4800	1,0000	14,4800	
Electricista Maestro eléctrico (EO C1)	2,0000	3,6600	7,3200	1,0000	7,3200	
	0,4000	4,0800	1,6320	1,0000	1,6320	
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)						23,4320
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
Alambre galvanizado n° 18	kg	0,1300	2,5400	0,3302		
Alambre sólido THHN 12 AWG	m	15,0000	0,5800	8,7		
Caja PVC octogonal PLASTIGAMA	u	1,0000	0,7900	0,79		
Caja PVC rectangular PLASTIGAMA	u	1,0000	0,7900	0,79		
Conectores EMT 1/2"	u	2,0000	0,3200	0,64		
Tubo conduit EMT 1/2"x3m	u	2,3500	3,6200	8,6070		
Unión conduit 1/2"	u	2,0000	0,3000	0,6		
Interruptor simple	u	1,0000	2,0000	2		
Boquilla colgante sencilla de baquelita	u	1,0000	0,4000	0,4		
Cinta aislante 19mmx9mmx0,13mm PLASTIGAMA	u	1,0000	0,5900	0,59		
				0		
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)						23,3472
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
					0	
					0	
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)						-
Descripción:	1	COSTO DIRECTO (CD = EQ+MO+M. TOTAL CD)				47,9508
Preparación con mezcladora de 3-11 p3. vivificador de	2	GASTOS GENERAL 6,00% x (CD)				2,8770
	3	UTILIDAD (UT) 4,00% x (CD)				1,9180
	4	OTROS INDIRECTO 10,00% x (CD)				4,7951
	5	COSTO TOTAL DEL RUBRO GG+UT+OI				57,5410
		VALOR OFERTADO				57,54

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 33,00 Unidad: u
 Detalle: Punto de agua
 Rendimiento: 2,4024024 Unidades/Día 3,330 Horas/unid

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HOR	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas 5% de mano de obra		-	-	-	-	1,4375
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)						1,4375
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HOR	COSTO HOR	RENDIMIENTO	COSTO	
Peón (EO E2)	3,3300	3,6200	12,0546	1,0000	12,0546	
Plomero (EO D2)	3,3300	3,6600	12,1878	1,0000	12,1878	
Maestro de obra (EO C1)	1,1000	4,0600	4,5066	1,0000	4,5066	
					-	
					-	
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)						28,7490
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
Codo 90 gr PVC roscable 1/2"	u	5,0000	0,3800	1,9		
Tee PVC roscable 1/2"	u	2,0000	0,5800	1,16		
Tubería PVC 1/2" (420 psi) PLASTIGAMA	m	6,0000	1,6000	9,6		
Cinta 1 Teflon 12mmx10m C/Carrete Plastigama	u	2,2000	0,4200	0,924		
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)						13,5840
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
					0	
					0	
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)						-
Descripción:	1	COSTO DIRECTO (CD = EQ+MO+M. TOTAL CD)				43,7705
Preparación con mezcladora de 3-11 p3.	2	GASTOS GENERAL 6,00% x (CD)				2,6262
	3	UTILIDAD (UT) 4,00% x (CD)				1,7508
	4	OTROS INDIRECTO 10,00% x (CD)				4,3770
	5	COSTO TOTAL DEL RUBRO GG+UT+C				52,5245
		VALOR OFERTADO				52,52